

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-139401

(43)Date of publication of application : 26.05.1998

(51)Int.Cl.

C01B 3/26

B60L 11/18

C01B 3/00

H01M 8/04

(21)Application number : 08-312999

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 07.11.1996

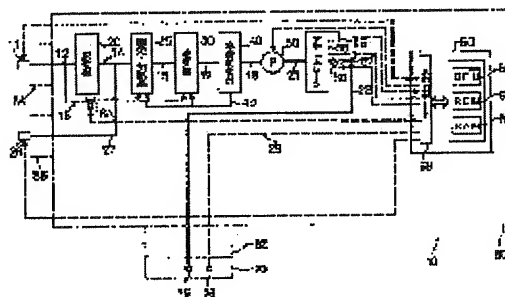
(72)Inventor : OGINO ATSUSHI

(54) HYDROGEN PRODUCTION/CHARGE SYSTEM AND ELECTRIC CAR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To load electric cars with hydrogen as fuel by enabling hydrogen to be handled conveniently without the need of newly establishing any special distribution system for hydrogen.

SOLUTION: This hydrogen production/charge system 10 is operated according to the following process: the system 10 is connected at a gas connective port 11 to pipings for city gas supplied to each household as commercial gas, being fed with city gas the city gas is reformed inside the system 10 into a hydrogen-rich gas, from which the hydrogen alone is separated and accumulated in an accumulator 55; the connector 70 equipped with the system 10 is then connected to the connector-receiving part equipped with an electric car, thus enabling the hydrogen in the accumulator 55 to be supplied to the electric car.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

【特許請求の範囲】

【請求項1】 水素を燃料ガスとして用いる燃料電池と、水素ガスを貯蔵可能な燃料貯蔵手段とを搭載する電気自動車に、水素を供給する水素製造充填装置であって、
 原燃料を改質して水素リッチガスを生成する改質手段と、
 前記改質手段で生成した水素リッチガスから水素を分離して水素ガスを得る水素純化手段と、
 前記水素純化手段で分離した水素ガスを、前記燃料貯蔵手段に供給する水素供給手段とを備える水素製造充填装置。

【請求項2】 請求項1記載の水素製造充填装置であって、
 前記水素供給手段は、水素吸蔵合金によって水素を貯蔵する前記燃料貯蔵手段に水素を供給する手段であり、
 前記水素供給手段によって前記燃料貯蔵手段に水素を供給する際に、前記燃料貯蔵手段に生じる熱量によって昇温した所定の流体を前記電気自動車より取り出す熱量利用手段を備える水素製造充填装置。

【請求項3】 前記熱量利用手段は、前記燃料貯蔵手段に生じる熱量によって昇温した所定の流体を前記改質手段に導入し、前記燃料貯蔵手段に生じた熱量を前記昇温させた流体を介して前記原燃料の改質反応に利用可能とする請求項2記載の水素製造充填装置。

【請求項4】 請求項1記載の水素製造充填装置であって、
 前記水素純化手段で分離した水素ガスを蓄える水素ガス貯蔵手段と、
 該水素ガス貯蔵手段に蓄えられた水素ガス量を検出する水素ガス量検出手段と、
 該水素ガス量検出手段が検出した水素ガス量に応じて前記改質手段および前記水素純化手段を駆動し、前記水素ガス貯蔵手段内に所定量の水素ガスを貯蔵する水素ガス貯蔵量制御手段とを備える水素製造充填手段。

【請求項5】 請求項1記載の水素製造充填装置であって、
 前記電気自動車が備える燃料貯蔵手段における水素残量に関する情報を入力する水素残量入力手段と、
 該水素残量入力手段によって入力された前記水素残量に関する情報に基づいて、前記改質手段および前記水素純化手段の動作を制御して所定量の水素ガスを生成させて、該所定量の水素ガスを前記水素供給手段を介して前記燃料貯蔵手段に供給可能にする水素ガス充填量制御手段とを備える水素製造充填装置。

【請求項6】 請求項1ないし5記載の水素製造充填装置であって、
 前記原燃料は、炭化水素を主成分とし、各家庭に供給される商用ガスであり、
 該商用ガスの配管に接続して前記原燃料を取り込み可能

にする接続手段を備える水素製造充填装置。

【請求項7】 水素を燃料ガスとして搭載して燃料電池から供給される電力によって駆動力を得る電気自動車に備えられた所定の接続箇所接続可能に形成され、所定の水素供給装置に取り付けて用いられるコネクタであって、
 前記水素供給装置が前記電気自動車に水素を供給するための水素供給路における前記水素供給装置側の端部と、
 前記電気自動車において水素を貯蔵するために設けられた燃料タンク内の水素残量に関する情報を前記水素供給装置に伝える信号線における前記水素供給装置側の端部とを備え、
 前記電気自動車が備える前記所定の接続箇所接続することによって、前記水素供給路と前記信号線とを、前記コネクタが備える前記各端部において前記水素供給装置と前記電気自動車との間で同時に接続可能とするコネクタ。

【請求項8】 水素を燃料ガスとして用いる燃料電池を搭載し、該燃料電池から得られる電力によって車両としての駆動力を得る電気自動車であって、
 水素吸蔵合金を備え、該水素吸蔵合金に水素を吸蔵させることによって前記燃料ガスとしての水素を貯蔵する燃料貯蔵手段と、
 該燃料貯蔵手段に水素ガスを充填する際に該燃料貯蔵手段に生じる熱量によって所定の流体を昇温させる流体昇温手段と、
 該流体昇温手段によって昇温した流体を、前記電気自動車外部に導く熱量放出手段とを備える電気自動車。

【請求項9】 前記熱量放出手段は、前記流体昇温手段によって昇温した流体を、請求項3記載の水素製造充填装置に導入する流体導入手段である請求項8記載の電気自動車。

【請求項10】 水素を燃料ガスとして用いる燃料電池を搭載し、該燃料電池から得られる電力によって車両としての駆動力を得る電気自動車であって、
 前記燃料ガスとしての水素を貯蔵する燃料貯蔵手段と、
 該燃料貯蔵手段における水素残量を検出する水素残量検出手段と、
 該水素残量検出手段が検出した水素残量に関する情報を、前記燃料貯蔵手段に水素を供給する所定の水素供給装置に対して伝達可能にする水素残量伝達手段とを備える電気自動車。

【請求項11】 燃料として水素を搭載する電気自動車に水素を供給する水素製造充填方法であって、
 主成分である炭化水素を含有し各家庭に供給される商用ガスを原燃料とし、該原燃料を改質して水素リッチガスを生成し、
 該水素リッチガスから水素を分離して水素ガスを得て、
 該水素ガスを、前記電気自動車に備えられ前記水素を貯蔵可能な燃料貯蔵手段に供給する水素製造充填方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、水素製造充填装置および電気自動車に関し、詳しくは、原燃料を改質して水素リッチガスを生成し、この水素リッチガスの純度を高めて水素ガスを製造し、製造した水素ガスを電気自動車に供給する水素製造充填装置と、この水素製造充填装置から供給された水素ガスを搭載し、水素ガスを燃料ガスとして燃料電池による発電を行なって車両としての駆動力を得る電気自動車とに関する。

【0002】

【従来の技術】従来、電気自動車としては、車両としての駆動力を得るための電源として燃料電池を備え、この燃料電池を用いて発電を行なうための燃料である水素または水素を生成するための原燃料を積載するものが種々知られている。水素を積載する電気自動車では、水素を圧縮気体としてボンベに充填したり、あるいは水素吸蔵合金に吸蔵させるなどの方法によって水素を積載している。このように水素を積載する電気自動車は、燃料電池の電極に供給される燃料ガスが純度の非常に高い水素ガスであるため、燃料電池を運転する際に高い発電効率を得ることができ、燃料電池の小型化を図ることができる。また、純度の非常に高い水素ガスを用いるため、電気自動車内で種々の反応が進行する過程において有害物質を生成してしまうことがなく、電気自動車を走行させることによって環境を汚染してしまうことがない。

【0003】一方、水素を生成するための原燃料を積載する電気自動車としては、原材料としてメタノールなどの炭化水素を積載し、さらに、この原燃料を改質して水素リッチガスを生成する改質反応を行う改質器を搭載するものが知られている（例えば、特開平2-174503号公報など）。このように原燃料と改質器とを搭載する電気自動車は、特に原燃料としてメタノールなどの液体燃料を用いる場合には、一回の燃料補給で電気自動車が走行可能な距離が気体燃料を積載する場合に比べて長くなるという長所を有する。さらに、炭化水素などの原材料は、気体水素に比べて輸送などの際の取り扱いが容易で安全であるという利点を有する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、水素を燃料として積載する電気自動車に関しては、ボンベに充填したり水素吸蔵合金に吸蔵させるための水素を広く流通させて容易に入手可能とすることが困難であることが、電気自動車普及上の問題として指摘されている。特に気体水素は取り扱いが容易でなく、大量の気体水素を手軽に輸送し貯蔵するためには解決すべき課題は多い。水素の輸送や貯蔵に水素吸蔵合金を用いれば取り扱いは容易となるが、現在知られている水素吸蔵合金はいずれも希少な金属であるため非常に高価であり、水素の輸送や貯蔵のための手段をすべて水素吸蔵合金を用いて構成

するという方法も実現が困難である。いずれの方法で水素の輸送や貯蔵を行なうにしても、水素を燃料として直接電気自動車に供給するためには、安定した水素の流通体制を新たに確立する必要がある。

【0005】原燃料としてメタノールなどの炭化水素を電気自動車に積載する場合には、原燃料を改質する課程で一酸化炭素や窒素酸化物などの有害物質を微量ながら生じてしまうという問題がある。特に一酸化炭素は、環境を汚染するだけでなく、燃料電池の触媒に吸着して電池反応を阻害してしまうという不都合を生じる。また、改質器で原燃料を改質しながら走行する構成の電気自動車では、負荷の大きさ（走行状態）に応じて燃料電池と改質器の運転状態を調節し、燃料電池に供給する燃料の量と燃料電池における発電量とを増減する必要があり、制御が複雑になる。さらに、上記負荷の大きさに応じて改質器の運転状態を調節するため、改質器で進行する改質反応の効率は必ずしも最適な状態とはならず、エネルギーが無駄になるおそれがある。また、原燃料の改質反応においては所定量の二酸化炭素が生じてしまうが、このように所定量の二酸化炭素を含有する水素リッチガスを燃料ガスとして用いる場合には、水素ガスを燃料ガスとして用いる場合に比べて燃料電池における電気化学反応の効率が不十分となるおそれがあった。

【0006】本発明の水素製造充填装置および電気自動車は、こうした問題を解決し、燃料に関して特別な流通体制の新たな確立を要することなく、環境を汚染しない水素をより手軽に取り扱って燃料として電気自動車に積載することを目的としてなされ、次の構成を採った。

【0007】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】本発明の水素製造充填装置は、水素を燃料ガスとして用いる燃料電池と、水素ガスを貯蔵可能な燃料貯蔵手段とを搭載する電気自動車に、水素を供給する水素製造充填装置であって、原燃料を改質して水素リッチガスを生成する改質手段と、前記改質手段で生成した水素リッチガスから水素を分離して水素ガスを得る水素純化手段と、前記水素純化手段で分離した水素ガスを、前記燃料貯蔵手段に供給する水素供給手段とを備えることを要旨とする。

【0008】以上のように構成された本発明の水素製造充填装置は、原燃料を改質して水素リッチガスを生成し、生成した水素リッチガスから水素を分離して水素ガスを得て、この水素ガスを、水素を燃料ガスとして用いる燃料電池と共に電気自動車に搭載された水素ガスを貯蔵可能な燃料貯蔵手段に供給する。

【0009】このような水素製造充填装置によれば、水素を燃料ガスとして要する燃料電池を搭載する電気自動車に水素を供給するために、新たに水素の流通体制を確立する必要がなく、原燃料の入手が可能であれば任意の場所において水素を製造し、製造した水素を電気自動車

に供給することが可能となる。また、本発明の水素製造充填装置によれば、電気自動車に搭載する燃料電池に供給する燃料ガスとして純度の高い水素ガスを用いることができる。原燃料を改質した水素リッチガスは所定量の二酸化炭素等を含有するが、純度の高い水素ガスを燃料ガスとして用いるならば、前記水素リッチガスを燃料ガスとして用いる場合に比べて燃料電池における電気化学反応の効率を向上させることができ、高いエネルギー効率を実現できる。

【0010】本発明の水素製造充填装置において、前記水素供給手段は、水素吸蔵合金によって水素を貯蔵する前記燃料貯蔵手段に水素を供給する手段であり、前記水素供給手段によって前記燃料貯蔵手段に水素を供給する際に、前記燃料貯蔵手段に生じる熱量によって昇温した所定の流体を前記電気自動車より取り出す熱量利用手段を備えることとしても良い。

【0011】このような水素製造充填装置では、この水素製造充填装置から前記電気自動車が備える燃料貯蔵手段に供給された水素ガスは、前記燃料貯蔵手段において水素吸蔵合金に吸蔵されることによって貯蔵される。このとき、水素吸蔵合金が水素を吸蔵する際に生じる熱量によって所定の流体が昇温され、昇温した所定の流体は、水素製造充填装置が備える熱量利用手段によって前記電気自動車より取り出される。従って、電気自動車に水素ガスを供給する際に燃料貯蔵手段において生じた熱量を、電気自動車および水素製造充填装置の外部に取り出して利用することが可能となる。

【0012】ここで、前記熱量利用手段は、前記燃料貯蔵手段に生じる熱量によって昇温した所定の流体を前記改質手段に導入し、前記燃料貯蔵手段に生じた熱量を前記昇温させた流体を介して前記原燃料の改質反応に利用可能とする構成も好ましい。

【0013】このような構成とすれば、電気自動車に水素ガスを供給する際に燃料貯蔵手段において生じた熱量を、前記改質手段で進行する前記原燃料の改質反応に利用することができる。ここで、改質反応への利用の方法としては、前記流体として水を用い、前記燃料貯蔵手段に生じた熱量によって昇温したこの水を前記原燃料に加えて改質反応に供する方法を挙げることができる。このような場合には、前記燃料貯蔵手段に生じた熱量を無駄にしてしまうことがなく、また、改質反応に先立って水を添加された前記原燃料を蒸発・加熱するために要する熱量を削減することができる。

【0014】また、本発明の水素製造充填装置において、前記水素純化手段で分離した水素ガスを蓄える水素ガス貯蔵手段と、該水素ガス貯蔵手段に蓄えられた水素ガス量を検出する水素ガス量検出手段と、該水素ガス量検出手段が検出した水素ガス量に応じて前記改質手段および前記水素純化手段を駆動し、前記水素ガス貯蔵手段内に所定量の水素ガスを貯蔵する水素ガス貯蔵量制御手

段とを備えることとしても良い。

【0015】このような構成の水素製造充填装置は、水素を製造して水素ガス貯蔵手段に蓄える際に、該水素ガス貯蔵手段に蓄えられた水素ガス量を検出し、この検出した水素ガス量に応じて前記改質手段および前記水素純化手段を駆動し、前記水素ガス貯蔵手段内に所定量の水素ガスを貯蔵する。従って、所定量の水素を予め製造して貯蔵しておくことができ、電気自動車に水素を供給する際に、必要量の水素を速やかに電気自動車に供給することができる。

【0016】また、本発明の水素製造充填装置において、前記電気自動車が備える燃料貯蔵手段における水素残量に関する情報を入力する水素残量入力手段と、該水素残量入力手段によって入力された前記水素残量に関する情報に基づいて、前記改質手段および前記水素純化手段の動作を制御して所定量の水素ガスを生成させて、該所定量の水素ガスを前記水素供給手段を介して前記燃料貯蔵手段に供給可能にする水素ガス充填量制御手段とを備えることとしても良い。

【0017】このような構成の水素製造充填装置は、水素ガスを前記電気自動車に供給する際に、前記電気自動車が備える燃料貯蔵手段における水素残量に関する情報を入力し、該水素残量入力手段によって入力された前記水素残量に関する情報に基づいて、前記改質手段および前記水素純化手段の動作を制御して所定量の水素ガスを生成させて、該所定量の水素ガスを前記水素供給手段を介して前記燃料貯蔵手段に供給する。従って、水素製造充填装置と電気自動車の所定の箇所を接続して水素製造充填装置の運転を開始すれば、必要量の水素を製造することができ、電気自動車の燃料貯蔵手段における水素の貯蔵を完了することができる。

【0018】上記した本発明の水素製造充填装置において、前記原燃料は、炭化水素を主成分とし、各家庭に供給される商用ガスであり、該商用ガスの配管に接続して前記原燃料を取り込み可能にする接続手段を備える構成も好適である。

【0019】このような構成とすれば、水素を製造するための原燃料として、炭化水素を主成分とし、各家庭に供給される商用ガスを用いるため、原燃料の入手が非常に容易となる。従って、この商用ガスが配管されている任意の場所において、本発明の水素製造充填装置を用いた水素の製造が可能となり、電気自動車への水素の供給を行なうことができる。

【0020】本発明のコネクタは、水素を燃料ガスとして搭載して燃料電池から供給される電力によって駆動力を得る電気自動車に備えられた所定の接続箇所へ接続可能に形成され、所定の水素供給装置に取り付けて用いられるコネクタであって、前記水素供給装置が前記電気自動車に水素を供給するための水素供給路における前記水素供給装置側の端部と、前記電気自動車において水素を

貯蔵するために設けられた燃料タンク内の水素残量に関する情報を前記水素供給装置に伝える信号線における前記水素供給装置側の端部とを備え、前記電気自動車に備える前記所定の接続箇所へ接続することによって、前記水素供給路と前記信号線とを、前記コネクタが備える前記各端部において前記水素供給装置と前記電気自動車との間で同時に接続可能とすることを要旨とする。

【0021】以上のように構成された本発明のコネクタは、所定の水素供給装置に取り付けて用いられ、水素を燃料ガスとして搭載して燃料電池から供給される電力によって駆動力を得る電気自動車に備えられた所定の接続箇所へ接続される。このとき、このコネクタが備える所定の端部構造において、前記水素供給装置と前記電気自動車との間で、前記水素供給装置が前記電気自動車に水素を供給するための水素供給路と、前記電気自動車において水素を貯蔵するために設けられた燃料タンク内の水素残量に関する情報を前記水素供給装置に伝える信号線とが同時に接続される。

【0022】このようなコネクタによれば、このコネクタを前記電気自動車の所定の接続箇所へ接続するだけで、水素供給路および信号線の接続を同時にこなうことができ、電気自動車に水素を供給する際の操作性を向上させることができる。

【0023】ここで、上記所定の水素供給装置と前記電気自動車との間で水素ガス以外の所定の流体がやり取りされる場合には、この所定の流体をやり取りするための流体流路も、上記水素供給路および上記信号線と同時に接続される構成も好ましい。このような構成とすれば、コネクタを前記電気自動車の所定の接続箇所へ接続するという簡便な操作によって、水素ガス以外の流体の流路も、上記所定の水素供給装置と前記電気自動車との間で容易に接続できる。

【0024】本発明の第1の電気自動車は、水素を燃料ガスとして用いる燃料電池を搭載し、該燃料電池から得られる電力によって車両としての駆動力を得る電気自動車であって、水素吸蔵合金を備え、該水素吸蔵合金に水素を吸蔵させることによって前記燃料ガスとしての水素を貯蔵する燃料貯蔵手段と、該燃料貯蔵手段に水素ガスを充填する際に該燃料貯蔵手段に生じる熱量によって所定の流体を昇温させる流体昇温手段と、該流体昇温手段によって昇温した流体を、前記電気自動車外部に導く熱量放出手段とを備えることを要旨とする。

【0025】以上のように構成された本発明の第1の電気自動車は、車両としての駆動力を得るために燃料電池から電力の供給を受ける際、水素ガスを燃料ガスとして用いる。この水素ガスの貯蔵は、燃料貯蔵手段が備える水素吸蔵合金に水素を吸蔵させることによって行なう。水素ガスの貯蔵の際には、水素吸蔵合金に水素を吸蔵させることによって生じた熱量によって所定の流体を昇温させ、この昇温した流体を電気自動車外部に導く。この

ような構成の電気自動車によれば、水素吸蔵合金に水素を吸蔵させることによって生じた熱量を電気自動車外部で利用することが可能となる。

【0026】このような電気自動車において、前記熱量放出手段は、前記流体昇温手段によって昇温した流体を、請求項3記載の水素製造充填装置に導入する流体導入手段である構成も好ましい。

【0027】このような構成とすれば、水素吸蔵合金に水素を吸蔵させることによって生じた熱量を、前記原料の改質反応に利用することが可能となり、前記改質反応で要するエネルギーを削減することが可能となる。

【0028】本発明の第2の電気自動車は、水素を燃料ガスとして用いる燃料電池を搭載し、該燃料電池から得られる電力によって車両としての駆動力を得る電気自動車であって、前記燃料ガスとしての水素を貯蔵する燃料貯蔵手段と、該燃料貯蔵手段における水素残量を検出する水素残量検出手段と、該水素残量検出手段が検出した水素残量に関する情報を、前記燃料貯蔵手段に水素を供給する所定の水素供給装置に対して伝達可能にする水素残量伝達手段とを備えることを要旨とする。

【0029】以上のように構成された本発明の第2の電気自動車は、車両としての駆動力を得るために燃料電池から電力の供給を受ける際、水素ガスを燃料ガスとして用いる。この水素ガスを電気自動車に備える燃料貯蔵手段に貯蔵する際には、該燃料貯蔵手段における水素残量を検出し、検出した水素残量に関する情報を、前記燃料貯蔵手段に水素を供給する所定の水素製造充填装置に伝達する。

【0030】このような構成の電気自動車によれば、所定の水素製造充填装置を用いて水素の供給を行なう際に、前記燃料貯蔵手段における水素残量に応じた量の水素を前記水素製造充填装置から前記燃料貯蔵手段に供給させることができる。従って、使用者は燃料貯蔵手段への水素の供給状態をモニターすることなく、前記水素製造充填装置を自動運転させることによって、充分量の水素を燃料貯蔵手段に蓄えることが可能となる。

【0031】本発明の水素製造充填方法は、水素を燃料ガスとして要する燃料電池を搭載する電気自動車に水素を供給する水素製造充填方法であって、主成分である炭化水素を含有し各家庭に供給される商用ガスを原料とし、該原料を改質して水素リッチガスを生成し、該水素リッチガスから水素を分離して水素ガスを得て、該水素ガスを、前記電気自動車に備えられ前記水素を貯蔵可能な燃料貯蔵手段に供給することを要旨とする。

【0032】このような構成の水素製造充填方法によれば、水素を燃料ガスとして要する燃料電池を搭載する電気自動車に水素を供給するために、新たに水素の流通体制を確立する必要がなく、原料の入手が可能であれば任意の場所において水素を製造し、製造した水素を電気自動車に供給することが可能となる。また、本発明の水

素製造充填方法によれば、電気自動車に搭載する燃料電池に供給する燃料ガスとして純度の高い水素ガスを用いることができる。原料燃料を改質した水素リッチガスは所定量の二酸化炭素等を含有するが、純度の高い水素ガスを燃料ガスとして用いるならば、前記水素リッチガスを燃料ガスとして用いる場合に比べて燃料電池における電気化学反応の効率を向上させることができ、高いエネルギー効率を実現できる。

【0033】

【発明の他の態様】本発明は、以下のような他の態様をとることも可能である。すなわち、第1の他の態様としては、本発明の水素製造充填装置において、外部から水の供給を受ける水流路と、前記水素製造充填装置内の所定の高温部において昇温された所定の流体の供給を受ける流体流路と、前記水流路を流れる水と、前記流体流路を流れる前記昇温された所定の流体との間で熱交換を行なう熱交換部と、前記熱交換部において前記流体と熱交換することによって昇温した前記水流路を流れる水を、前記水素製造充填装置外に取り出す熱量利用手段とを備える構成を挙げることができる。

【0034】このような構成の水素製造充填装置は、外部から水の供給を受け、前記水素製造充填装置内の所定の高温部において昇温された所定の流体と外部から供給された水との間で熱交換を行ない、熱交換することによって昇温した水を前記水素製造充填装置外に取り出す。従って、水素製造充填装置内で発生する熱量を水素製造充填装置の外部で利用することが可能となる。すなわち、水素製造充填装置内で発生する熱量のうち無駄に廃棄されてしまう熱量（廃熱）を削減してエネルギーを有効に利用することが可能となる。

【0035】また、第2の他の態様としては、本発明の水素製造充填装置において、該水素製造充填装置を形成する本体部は、その外表面に、該水素製造充填装置の持ち運びを容易にする所定の持ち手部を備え、前記水素製造充填装置内に水素の製造に要する前記原燃料などを導入する導入手段は、該導入手段における外部との接続部において着脱可能に構成されている構成を挙げることができる。

【0036】このような構成の水素製造充填装置は、前記導入手段において、水素の製造に要する前記原燃料などを供給する外部と切り離すことができるため、前記持ち手部を利用することによって容易に持ち運ぶことが可能となる。これによって、水素の製造に要する前記原燃料などが得られるならば、任意の場所に水素製造充填装置を移動して水素の製造や電気自動車への水素の供給を行なうことが可能となる。

【0037】

【発明の実施の形態】以上説明した本発明の構成・作用を一層明らかにするために、以下本発明の実施の形態を実施例に基づき説明する。図1は、本発明の好適な一実

施例である水素製造充填装置10の構成を例示するブロック図、図2は、水素製造充填装置10の外観を表す模式図、図3は、水素製造充填装置10の内部の様子を模式的に表わす説明図、図4は、水素製造充填装置10から水素の供給を受ける電気自動車90の構成を例示するブロック図である。

【0038】水素製造充填装置10は、水素を生成する構成を内部に備えた本体部80と、この本体部80から外部に延びる3本のチューブ（接続チューブ82、ガス導入チューブ84、水導入チューブ86）を備えており、都市ガスの供給を受けてこれを改質し、水素ガスを製造する。接続チューブ82は、先端にコネクタ70を備え内部には水素供給路22を形成している。ガス導入チューブ84は、先端にガス接続口11を備え内部には都市ガス供給管12を形成している。水導入チューブ86は、先端に水接続口26を備え内部には水供給路27を備えている。また、電気自動車90は、水素製造充填装置10から供給された水素を貯蔵する燃料タンク92と、燃料タンク92から水素を供給され、この水素を燃料ガスとして発電を行なう燃料電池100とを備える。燃料電池100から得られる電力は、電気自動車90が備えるモータ140を駆動して電気自動車90を走行可能にする。なお、コネクタ70は、電気自動車90の所定の位置に設けられたコネクタ受け部110と接続可能となっている。

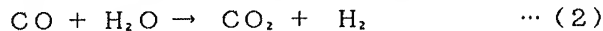
【0039】まず最初に、図1ないし図3に基づいて水素製造充填装置10について説明する。水素製造充填装置10は、ガス接続口11、脱硫器20、蒸発・加熱器25、改質器30、水素純化器40、コンプレッサ50、アキュムレータ55、制御部60、コネクタ70、水接続口26を主な構成要素とする。この水素製造充填装置10は、ガス接続口11を介して都市ガスを取り込み、これを改質して水素リッチガスとし、さらに水素リッチガスから水素を分離して水素ガスとし、生成した水素ガスを所定量蓄積して電気自動車90に対して供給可能に準備する。以下に、水素製造充填装置10を構成する各構成要素について説明する。

【0040】ガス接続口11は、本発明の水素製造充填装置10の内部に都市ガスを導入する都市ガス供給管12の端部に設けられた構造であり、各家庭に供給される都市ガス（天然ガス）の配管に安定して接続可能な形状を備えている。すなわち、このガス接続口11を上記都市ガス配管の端部に設けられた所定の構造に接続することによって、必要量の都市ガスを安全に水素製造充填装置10に対して供給することが可能となる。ガス接続口11から取り込まれた都市ガスは、都市ガス供給管12を介して脱硫器20に供給される。この都市ガス供給管12は、ガス接続口11と脱硫器20とを結ぶ管状構造であり、その主要部を既述したガス導入チューブ84内に形成している。使用者は、このガス接続口11を上記

都市ガス配管の端部に設けられた所定の構造に接続し、都市ガス配管の端部付近に設けられた所定のバルブを開状態とすることによって、水素製造充填装置10に都市ガスを供給可能な状態に準備することができる。ガス接続口11には、図示しない電磁弁が設けられており、この電磁弁の開閉状態は制御部60の制御を受ける。水素製造充填装置10に設けられた所定のスタートスイッチを介して始動の指示が入力されると、制御部60に制御されて上記電磁弁は開状態となり、水素製造充填装置10への都市ガスの供給が開始される。必要量の水素が製造されると、同じく制御部60に制御されて上記電磁弁は閉状態となり、水素製造充填装置10への都市ガスの供給が停止される。

【0041】脱硫器20は、供給された都市ガス中に付臭剤として添加されているメルカプタン等の硫黄分の除去を行う装置である。この脱硫器20には、既述したように上記ガス接続口11および都市ガス供給管12を介して都市ガスが供給される。硫黄分は、改質器30が備える触媒の活性を低下させて改質反応を阻害してしまうため、水素製造充填装置10においては、改質器30に先だって脱硫器20を設けてこの硫黄分の除去を行なう。上記ガス接続口11から都市ガス供給管12を介して供給された都市ガスは、上記触媒表面を通過する際に硫黄分が除去されて脱硫ガスとなり、この脱硫ガスは脱硫ガス供給管14を介して蒸発・加熱器25に供給される。

【0042】蒸発・加熱器25は、上記脱硫器20によって硫黄分が除去された脱硫ガスを水と共に気化して、*



【0046】改質器30で進行する改質反応としては、(1)式に示すメタンの分解反応と、(2)式に示す一酸化炭素の变成反応とが同時に進行し、全体として

(3)式の反応が起こって二酸化炭素を含有する水素リッチガスが生成される。上記(1)式の反応は吸熱反応、(2)式の反応は発熱反応であって、反応全体を表す(3)式の反応は吸熱反応である。改質器30には図示しない加熱装置が設けられており、改質器内部を600～800℃に昇温して上記改質反応を進行させている。既述したように、改質器30に供給される混合気体は予め600～800℃に昇温されているため、このような混合気体が改質器30に供給されると速やかに改質反応が進行する。改質触媒としてはニッケル触媒が用いられており、改質器30には、改質触媒であるニッケル触媒を担持したアルミナベレットが充填されている。上記混合気体供給管15を介して改質器30に導入された混合気体は上記改質触媒と接触し、改質触媒表面では既述した(1)式ないし(3)式で表わした改質反応が進行する。改質反応の進行に伴って水素と二酸化炭素が生

* 改質反応に適した温度に加熱する。脱硫ガス供給管14には水供給路27が接続しており、改質反応に必要な水を脱硫ガスに加える。ここで、水供給路27は、水接続口26と脱硫ガス供給管14とを結ぶ流路であり、水接続口26を介して所定の水道配管から水の供給を受ける。蒸発・加熱器25には図示しない加熱装置が設けられており、蒸発・加熱器25の内部温度は600℃～800℃に昇温されている。蒸発・加熱器25で気化され昇温された脱硫ガスと水蒸気との混合気体は、混合気体供給管15を介して改質器30における改質反応に供給される。

【0043】ここで、蒸発・加熱器25に備えられた加熱装置には、都市ガス供給管12から分岐する都市ガス分岐路16および水素純化器40から配管された改質排ガス路19を介して、加熱のための燃料が供給可能となっている。蒸発・加熱器25が備える加熱装置は、これら都市ガス分岐路16から供給される都市ガスおよび改質排ガス路19から供給される改質排ガスを燃焼させることによって、蒸発・加熱器25内部を上記所定の温度に昇温させている。なお、改質排ガス路19から供給される改質排ガスについては後に詳しく説明する。

【0044】改質器30は、混合気体供給管15を介して上記蒸発・加熱器25から供給された高温の脱硫ガスを改質して、水素リッチガスを生成する。以下に、改質器30で行なわれる改質反応として、上記都市ガスの主成分であるメタンに関する改質反応を示す。

【0045】

成され、この水素リッチな改質ガスは改質ガス供給管17を介して水素純化器40に供給される。

【0047】なお、改質器30の内部温度を上記所定の温度に昇温する加熱装置には、既述した蒸発・加熱器25が備える加熱装置と同様に、都市ガス供給管12から分岐する都市ガス分岐路16および水素純化器40から配管された改質排ガス路19を介して、加熱のための燃料が供給可能となっている。改質器30が備える加熱装置は、これら都市ガス分岐路16から供給される都市ガスおよび改質排ガス路19から供給される改質排ガスを燃焼させることによって、改質器30内部を上記所定の温度に昇温させている。

【0048】ここで、改質器30および上記蒸発・加熱器25が備える加熱装置に都市ガスを供給する都市ガス分岐路16には、電磁バルブ16Aが設けられており、この電磁バルブ16Aの開放状態を制御することによって、改質器30および上記蒸発・加熱器25が備える加熱装置に必要な量の都市ガスを供給可能となっている。なお、上記加熱装置においては、本実施例の水素製造充填

装置10の始動時には、都市ガス分岐路16から供給される都市ガスだけを用いて加熱が行われる。水素製造充填装置10の始動後、所定時間の後に、後述する改質排ガスが水素純化器40から充分量排出されるようになると、上記電磁バルブ16Aの開放状態が制御されて、加熱装置での燃焼のための燃料の大部分が都市ガスから改質排ガスに切り替えられる。

【0049】改質器30および既述した脱硫器20には、既述したように、それぞれ改質触媒および脱硫触媒を担持したアルミナベレットが充填されているが、改質器30および脱硫器20をハニカムチューブで構成し、ハニカムチューブ表面上に記触媒を付着させる構成としてもよい。これら改質器30および脱硫器20の大きさや、改質器30および脱硫器20が備える触媒量は、水素製造充填装置10に供給される都市ガスの圧力の下で、十分な効率で反応が進行するよう設定されている。

【0050】水素純化器40は、改質器30で生成された改質ガス中の水素ガスを分離して純度の高い水素ガスを生成する装置である。図5に本実施例の水素純化器40の構成を例示する。水素純化器40は、ケース本体41内部に水素分離膜42を備えており、ケース本体41と水素分離膜42との間に外側スペース43を形成し、水素分離膜42内部に内側スペース44を形成している。

【0051】この水素純化器40は、水素分離膜42を構成するパラジウムまたはパラジウム合金が水素を選択的に透過する性質を利用して、水素ガスを分離する装置である。水素分離膜42は、多孔質セラミックスあるいは多孔質ガラス等からなる基材膜上に、パラジウムまたはパラジウム合金からなる皮膜を形成したものである。上記基材膜は、水素分離膜42に機械的強度を付加する働きを有する。パラジウムまたはパラジウム合金からなる皮膜は、無電解めっきと電解めっきとを組み合わせるなどの周知の方法によって、ピンホールのない緻密な膜として形成されている。

【0052】改質ガスは、上記改質ガス供給管17に接続する管路45aを介して、所定の圧力にて外側スペース43に供給される。外側スペース43に供給された改質ガス中の水素は、水素分離膜42を選択的に透過し、基材膜を形成する多孔質体からなる層を通過して内側スペース44に移行する。このように水素分離膜42を透過した水素は、内側スペース44の端部に設けられた管路45cから水素純化器40外へ排出される。管路45cは水素供給路18に接続しており、水素純化器40で分離された水素は、この水素供給路18を介してコンプレッサ50に送られる。このとき、すべての水素が水素分離膜42を透過するわけではなく、透過することなく残った水素と水素分離膜42を透過できない水素以外の成分は、改質排ガスとして管路45bを介して水素純化器40外に排出される。水素純化器40に改質ガスを供

給して上記水素分離膜42を通過させることによって、改質ガスに含まれる水素の70%程度を純水素として分離することができる。また、管路45bから水素純化器40外に排出された改質排ガスは、既述した改質排ガス路19を経由して蒸発・加熱器25および改質器30の加熱装置に供給され、燃焼のための燃料となる。

【0053】本実施例の水素製造充填装置10では、都市ガスと上記改質排ガスを蒸発・加熱器25と改質器30との両方に供給し、加熱のための燃料として用いた。ここで、蒸発・加熱器25において、十分に上記混合ガスを加熱し、十分に昇温した混合ガスを改質器30に供給する構成とするならば、改質器30には上記加熱装置を設けず、改質器30内部は積極的に加熱を行わない構成としてもよい。すなわち、都市ガス分岐路16から供給される都市ガスおよび改質排ガス路19から供給される改質排ガスは、改質器30には供給せず、蒸発・加熱器25にだけ供給することとし、改質器30では、供給される混合ガス自身が持ち込む熱量によって改質反応を行なうこととしてもよい。

【0054】水素純化器40で改質ガスから分離された水素ガスが排出される水素供給路18はコンプレッサ50に接続しており、このコンプレッサ50によって加圧された水素ガスは、加圧ガス路21を介してアキュムレータ55に供給される。コンプレッサ50は、アキュムレータ55内に水素を貯蔵可能となる充分な圧力を水素ガスに付加して、水素ガスをアキュムレータ55に供給する。アキュムレータ55に水素を充填するためにこの水素に対してコンプレッサ50が加えるべき圧力は、アキュムレータ55内の水素貯蔵量によって定まる。そこでコンプレッサ50は、アキュムレータ55内の水素貯蔵量に関する情報を入力する制御部60に接続して、その駆動量の制御を受ける。

【0055】アキュムレータ55は、水素ガスを加圧して貯蔵する装置であり、圧力センサ56を備えている。圧力センサ56はアキュムレータ55内の圧力を検知し、検知された圧力はアキュムレータ55内の水素貯蔵量に関する情報として制御部60に入力される。既述したように、アキュムレータ55への水素ガスの貯蔵は、コンプレッサ50によって水素ガスを加圧することによって行なわれるが、その際の加圧の量は、この圧力センサ56が検知した情報を基にして制御部60によって制御される。なお、このアキュムレータ55に貯蔵可能な水素量は、電気自動車90が備える後述する燃料タンク92が貯蔵可能な水素量以上の量となっている。また、アキュムレータ55から水素の供給を受ける水素供給路22には、アキュムレータ55との接続部付近にバルブ58が設けられており、このバルブ58は、制御部60の制御の下で開放状態を調節されて、水素供給路22を介して電気自動車90に供給する水素の流量を制御している。さらに、アキュムレータ55には、供給水素量

ニタ５７が設けられており、電気自動車９０の燃料タンク９２に水素を供給する際にアキュムレータ５５から水素供給路２２へ排出される水素流量と時間とを積算している。供給水素量モニタ５７が積算した値は制御部６０に入力され、電気自動車９０の燃料タンク９２に供給された水素量が算出される。あるいは、供給水素量モニタ５７は、アキュムレータ５５内に充分量の水素が貯蔵されているときの圧力センサ５６の検出値と、所定の時点での圧力センサ５６の検出値の差から、電気自動車９０の燃料タンク９２に供給された水素量を算出することとして良い。

【００５６】制御部６０は、マイクロコンピュータを中心とした論理回路として構成され、CPU６２、ROM６４、RAM６６および入出力ポート６８からなる。CPU６２は、予め設定された制御プログラムに従って所定の演算などを実行する。ROM６４には、CPU６２で各種演算処理を実行するのに必要な制御プログラムや制御データなどが予め格納されており、RAM６６には、同じくCPU６２で各種演算処理を実行するのに必要な各種データが一時的に読み書きされる。入出力ポート６８は、蒸発・加熱器２５や改質器３０に設けた図示しない温度センサや、圧力センサ５６などからの検出信号を入力すると共に、CPU６２での演算結果に応じて、ガス接続口１１やコンプレッサ５０などに駆動信号を出力して水素製造充填装置１０を構成する各部の駆動状態を制御する。

【００５７】コネクタ７０は、水素製造充填装置１０と電気自動車９０とを接続するための構造である。既述したように、コネクタ７０は、水素製造充填装置１０の本体部８０から延びる接続チューブ８２の先端部に設けられており、接続チューブ８２の内部には、水素供給路２２が形成されている。コネクタ７０においては、上記水素供給路２２の端部構造として水素流路接続部７６が設けられている。電気自動車９０には、このコネクタ７０に対応するコネクタ受け部１１０が設けられており、コネクタ受け部１１０には水素流路接続部７６に対応する水素流路接続部１１６が設けられている。コネクタ７０とコネクタ受け部１１０とを接続することによって、水素流路接続部７６が水素流路接続部１１６に接続されて、水素供給路２２が電気自動車９０側に連通し、電気自動車９０に対して水素ガスが供給可能となる。

【００５８】なお、接続チューブ８２内には、上記水素供給路２２の他に信号線２９が配設されており、コネクタ７０はこの信号線２９の端部構造である接続端子７８を備えている。この信号線２９は制御部６０と接続しており、コネクタ７０を上記コネクタ受け部１１０と接続して、信号線２９と電気自動車９０側の後述する信号線１１９とを接続することによって、水素製造充填装置１０と電気自動車９０との間で所定の情報をやり取りすることが可能となる。水素製造充填装置１０と電気自動車

９０との間でやり取りされる情報としては、電気自動車９０の燃料タンク９２内の水素ガス量に関する情報や、水素製造充填装置１０と電気自動車９０とが相互に異常を監視するための情報などを挙げることができる。

【００５９】水接続口２６は、既述した水導入チューブ８６の端部に設けられた構造であり、水導入チューブ８６の内部に設けられた水供給路２７はこの水接続口２６において開口している。水接続口２６は、既述したように、蛇口などの所定の構造において水道配管と接続可能になっている。一端を水接続口２６で開口する水供給路２７の他端は、脱硫器２０で脱硫された脱硫ガスを蒸発・加熱器２５に供給する脱硫ガス供給管１４に接続している。水接続口２６には、図示しない電磁弁が設けられており、この電磁弁の開閉状態は制御部６０の制御を受ける。水素製造充填装置１０に設けられた所定のスタートスイッチによって水素製造充填装置１０の始動の指示が入力されると、制御部６０に制御されて上記電磁弁は所定のタイミングで開状態となり、既述した脱硫ガス供給管１４を通過する脱硫ガスに対して、改質反応で要する水の供給が開始される。水素製造充填装置１０における水素の製造反応が進行し、必要量の水素が製造されてアキュムレータ５５内に蓄えられると、制御部６０に制御されて上記電磁弁は閉状態となり、脱硫ガスへの水の供給が停止される。

【００６０】なお、水素製造充填装置１０は、商用電源に接続して必要な電力の供給を受ける図示しない所定の接続構造を備えている。この接続構造を介して商用電源から供給される電力は、制御部６０の動作やコンプレッサ５０の駆動のために用いられる。あるいは、水素製造充填装置１０は、商用電源と接続して電力の供給を受ける代わりに電池を備えることとし、上記必要な電力を賄うこととしてもよい。

【００６１】また、水素製造充填装置１０には、図２に示すように、持ち手部８１が側面の所定の位置に設けられている。図２では片側だけを示したが、実際には両側面にそれぞれ一箇所ずつ持ち手部８１が設けられている。従って、ガス接続口１１、コネクタ７０、水接続口２６をそれぞれ都市ガス配管、コネクタ受け部１１０、水道配管から取り外せば、持ち手部８１を利用することによって水素製造充填装置１０の持ち運びが容易となる。

【００６２】以上、水素製造充填装置１０の構成について説明したが、次に図４に基づいて、水素製造充填装置１０から水素ガスの供給を受ける電気自動車９０の構成について説明する。電気自動車９０は、燃料タンク９２、燃料電池１００、コネクタ受け部１１０、制御部１２０を備え、その他にモータ１４０などの所定の車両構造を備えている。以下に、電気自動車９０における本発明の要部に対応する構造について順次説明する。

【００６３】燃料タンク９２は、既述した水素製造充填

10

20

30

40

50

装置10から供給された水素ガスを貯蔵するものであり、必要に応じて水素ガスを燃料電池100に供給する。燃料タンク92は、その内部に水素吸蔵合金を備えており、この水素吸蔵合金に吸蔵することによって水素ガスを貯蔵する構成となっている。水素吸蔵合金は、その種類によって、水素吸蔵合金自身の重量、吸蔵可能な水素量、水素吸蔵時に発生する熱量、水素放出時に要する熱量、取り扱い時に要する圧力等が異なる。自動車車載用途としては、比較的低温（100℃以下）、低圧（10kg/cm²以下）で水素の充填・放出が可能な合金を用いればよい（例えばチタン系合金または希土類系合金）。

【0064】この燃料タンク92には、水素ガスを供給するための水素ガス導入路117と、燃料タンク92内の水素吸蔵合金から取り出された水素ガスを燃料電池100に導くための燃料供給路93が接続されている。水素製造充填装置10で製造された水素ガスは、既述したコネクタ70に接続したコネクタ受け部110および水素ガス導入路117を介して燃料タンク92内に供給され、水素吸蔵合金に吸蔵されることによって燃料タンク92内に貯蔵される。また、燃料タンク92内の水素吸蔵合金から放出された水素ガスは、燃料供給路93を介して燃料ガスとして燃料電池100に供給される。

【0065】燃料供給路93にはバルブ93Aが設けられている。このバルブ93Aは制御部120と接続しており、制御部120によってその開閉状態が制御される。バルブ93Aの開閉状態を調節することによって、燃料電池100に供給される燃料ガス量を増減することができ、これによって燃料電池100での発電量が制御される。

【0066】さらに、燃料供給路93には加湿器136が設けられており、燃料供給路93を通過する燃料ガスを加湿している。このように、加湿器136によって燃料ガスを加湿することで、燃料電池が備える後述する固体高分子膜が乾燥してしまうのを防いでいる。本実施例の加湿器136では、多孔質膜を利用して燃料ガスの加湿を行なっている。すなわち、燃料タンク92から供給された燃料ガスと温水とを所定の圧力の下で多孔質膜によって隔てることで、所定量の水蒸気を温水側から燃料ガス側へと多孔質膜を介して供給している。ここで、加湿に用いる温水としては、例えば燃料電池100の冷却水を挙げることができる。本実施例の燃料電池100は、上述するように固体高分子型燃料電池であり、運転温度を80～100℃の温度範囲に保つために周囲に冷却水を循環させている。この燃料電池100によって昇温された温水を、燃料ガスの加湿に利用することができる。

【0067】上記燃料タンク92に水素を貯蔵する際には、燃料タンク92が備える水素吸蔵合金が水素を吸蔵することによって発熱が起こる。そこで燃料タンク92

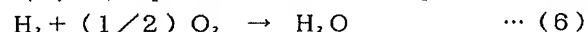
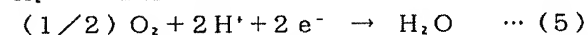
は、水素を貯蔵する際に生じる熱量を排出する構造として熱交換部96を備えている。この熱交換部96は、内部に冷却水を循環させる冷却水路115によって形成されており、冷却水路115は熱交換部96とは異なる位置で放熱部98を形成している。熱交換部96は、燃料タンク92の内部に冷却水路115を配管したものであり、冷却水路115内に水を循環させることによってこの冷却水と燃料タンク92との間で熱交換を行なう。放熱部98はラジエータ構造を備えており、冷却水路115を循環してきた冷却水からの放熱を促してこの冷却水を降温させる。水素吸蔵合金が水素を吸蔵することによって生じた熱量で熱交換部96において昇温した冷却水は、上記放熱部98で冷却され、冷却水路を循環して再び熱交換部96で熱交換を行なう。このような冷却水路115を設け、水素吸蔵合金に水素ガスを吸蔵させる際に生じる熱量を取り出すことによって、水素吸蔵合金への水素ガスの吸蔵を促すと共に燃料タンク92が過度に発熱してしまうのを抑える。冷却水路115にはポンプ99が設けられており、このポンプ99は制御部120の制御を受けて冷却水路115内で冷却水を循環させる。なお、本実施例では冷却水路115内に冷却水を循環させて燃料タンク92を冷却する構成としたが、水以外の流体を循環させることによって冷却を行なうこととしてもよい。また、燃料タンク92の冷却を空冷によって行なうこととしても良い。

【0068】なお、燃料タンク92には加熱装置95が設けられているが、この加熱装置95は、水素吸蔵合金に吸蔵することによって加熱装置95に蓄えた水素ガスを燃料電池100に供給するために取り出す際に、燃料タンク92を加熱するための装置であり、後に詳しく説明する。

【0069】燃料タンク92には、さらに、水素残量モニタ97が設けられている。水素残量モニタ97は、燃料タンク92から燃料電池100へ供給された水素量と供給時間とを積算するものであり、この値を基に制御部120は燃料タンク92における水素残量を演算する。燃料タンク92から燃料電池100に供給された水素量は、燃料供給路93を通過する水素ガスの流量を直接測定する他、燃料電池100からの出力などを基に間接的に推定することもできる。

【0070】燃料電池100は、固体高分子電解質型の燃料電池であり、構成単位である単セル108を複数積層したスタック構造を有している。燃料電池100は、陰極側に水素からなる燃料ガスの供給を受け、陽極側には酸素を含有する酸化ガスの供給を受けて以下に示す電気化学反応によって起電力を得る。

【0071】



【0072】(4)式は燃料電池の陰極側における反応、(5)式は燃料電池の陽極側における反応を示し、(6)式は電池全体で起こる反応を表わす。図6は、この燃料電池100を構成する単セル108の構成を例示する断面図である。単セル108は、電解質膜101と、アノード102およびカソード103と、セパレータ104、105とから構成されている。

【0073】アノード102およびカソード103は、電解質膜101を両側から挟んでサンドイッチ構造を成すガス拡散電極である。セパレータ104、105は、このサンドイッチ構造をさらに両側から挟みつつ、アノード102およびカソード103との間に、燃料ガスおよび酸化ガスの流路を形成する。アノード102とセパレータ104との間には燃料ガス流路104Pが形成されており、カソード103とセパレータ105との間には酸化ガス流路105Pが形成されている。セパレータ104、105は、図4ではそれぞれ片面にのみ流路を形成しているが、実際にはその両面にリブが形成されており、片面はアノード102との間で燃料ガス流路104Pを形成し、他面は隣接する単セルが備えるカソード103との間で酸化ガス流路105Pを形成する。このように、セパレータ104、105は、ガス拡散電極との間でガス流路を形成するとともに、隣接する単セル間で燃料ガスと酸化ガスの流れを分離する役割を果たしている。もとより、単セル108を積層してスタック構造を形成する際、スタック構造の両端に位置する2枚のセパレータは、ガス拡散電極と接する片面にだけリブを形成することとしてもよい。

【0074】ここで、電解質膜101は、固体高分子材料、例えばフッ素系樹脂により形成されたプロトン伝導性のイオン交換膜であり、湿潤状態で良好な電気伝導性を示す。本実施例では、ナフィオン膜(デュボン社製)を使用した。電解質膜101の表面には、触媒としての白金または白金と他の金属からなる合金が塗布されている。触媒を塗布する方法としては、白金または白金と他の金属からなる合金を担持したカーボン粉を作製し、この触媒を担持したカーボン粉を適当な有機溶剤に分散させ、電解質溶液(例えば、Aldrich Chemical社、Nafion Solution)を適量添加してペースト化し、電解質膜101上にスクリーン印刷するという方法をとった。あるいは、上記触媒を担持したカーボン粉を含有するペーストを膜成形してシートを作製し、このシートを電解質膜101上にプレスする構成も好適である。また、白金などの触媒は、電解質膜101ではなく、電解質膜101を接するアノード102およびカソード103側に塗布することとしてもよい。

【0075】アノード102およびカソード103は、共に炭素繊維からなる糸で織成したカーボンクロスにより形成されている。なお、本実施例では、アノード10

2およびカソード103をカーボンクロスにより形成したが、炭素繊維からなるカーボンペーパーまたはカーボンフェルトにより形成する構成も好適である。

【0076】セパレータ104、105は、ガス不透過の導電性部材、例えば、カーボンを圧縮してガス不透過とした緻密質カーボンにより形成されている。セパレータ104、105はその両面に、平行に配置された複数のリブを形成しており、既述したように、アノード102の表面とで燃料ガス流路104Pを形成し、隣接する単セルのカソード103の表面とで酸化ガス流路105Pを形成する。ここで、各セパレータの表面に形成されたリブは、両面ともに平行に形成する必要はなく、面毎に直交するなど所定の角度をなすこととしてもよい。また、リブの形状は平行な溝状である必要はなく、ガス拡散電極に対して燃料ガスまたは酸化ガスを供給可能であればよい。

【0077】以上、燃料電池100の基本構造である単セル108の構成について説明した。実際に燃料電池100として組み立てるときには、セパレータ104、アノード102、電解質膜101、カソード103、セパレータ105の順序で構成される単セル108を複数組積層し(本実施例では100組)、その両端に緻密質カーボンや銅板などにより形成される集電板106、107を配置することによって、スタック構造を構成する。なお、本実施例では、燃料電池100として固体高分子型燃料電池を用いることとしたが、水素ガスを燃料ガスとして用いる燃料電池であれば、りん酸型燃料電池など他種の燃料電池を電気自動車90に搭載することとしてもよい。

【0078】図4に示すように、電気自動車90では、燃料タンク92が備える水素吸蔵合金に吸蔵されていた水素は、水素吸蔵合金から放出されると、燃料供給路93を介して上記燃料電池100の陰極側に燃料ガスとして供給され、上記燃料ガス流路104Pにおいて電気化学反応に供される。電解質膜101の陰極側で(4)式に示した反応によって生じたプロトンは水と陽極側へと移動するため、陽極側では水が消費されることになるが、既述したように燃料ガスを加湿することによって電解質膜101で不足する水分を補っている。電気化学反応に供された燃料排ガスは、燃料ガス流路104Pから燃料排出路94に排出されるが、この燃料排出路94は燃料供給路93に接続しており、燃料排ガスは再び燃料ガスとして燃料電池100に供給される。ここで、燃料排出路94にはポンプ138が設けられており、燃料排ガスを加圧して燃料供給路93に供給している。

【0079】さらに燃料排出路94は、燃料タンク92に備えられた既述した加熱装置95にも接続し、加熱装置95における燃焼の燃料としても利用される。一方、酸化ガス流路105Pへは、酸化ガス供給路132を介して酸化ガスである空気が供給される。酸化ガス供給路

132にはコンプレッサ130が設けられており、外部から取り込んだ空気を加圧して燃料電池100に供給する構成となっている。電気化学反応に供された酸化排ガスは、酸化ガス流路105Pから酸化ガス排出路134に排出されて、燃料ガスと同じく加熱装置95に供給される。

【0080】このようにして加熱装置95に供給された燃料排ガスおよび酸化排ガスを利用して、加熱装置95では燃焼反応が行なわれ、この燃焼反応によって燃料タンク92の加熱が行なわれる。既述したように、水素吸蔵合金が水素を吸蔵する反応は発熱反応であるが、水素吸蔵合金が水素を放出する反応は吸熱反応である。従って、水素吸蔵合金に吸蔵された水素を取り出すためには外部から加熱を行なう必要があり、本実施例の電気自動車90では、上記燃料排ガスと酸化排ガスをを用いた燃焼反応によってこの加熱を行なっている。

【0081】制御部120は、マイクロコンピュータを中心とした論理回路として構成され、CPU122、ROM124、RAM126および入出力ポート128からなる。CPU122は、予め設定された制御プログラムに従って所定の演算などを実行する。ROM124には、CPU122で各種演算処理を実行するのに必要な制御プログラムや制御データなどが予め格納されており、RAM126には、同じくCPU122で各種演算処理を実行するのに必要な各種データが一時的に読み書きされる。入出力ポート128は、水素製造充填装置10側から信号を入力すると共に、CPU122での演算結果に応じて、コンプレッサ130をはじめ、燃料電池100の運転に関わる各部に駆動信号を出力して電気自動車90を構成する各部の駆動状態を制御する。

【0082】コネクタ受け部110は、電気自動車90の外表面の所定の位置に設けられた構造であり、既述した水素製造充填装置10が備えるコネクタ70と接続可能な構造を有している。コネクタ受け部110は水素流路接続部116と接続端子118とを備えている。水素流路接続部116は水素ガス導入路117の端部構造であり、接続端子118は制御部120と接続する信号線119の端部構造である。コネクタ受け部110にコネクタ70を接続することによって、同時に水素流路接続部116と水素流路接続部76とが接続されて水素製造充填装置10側の水素供給路22から電気自動車90側の水素ガス導入路117に水素ガスが供給可能となる。また、コネクタ受け部110にコネクタ70を接続することによって、同時に接続端子118と接続端子78とが接続されて水素製造充填装置10と電気自動車90との間で所定の情報のやり取りが可能となる。

【0083】既述したように、燃料電池100における電気化学反応によって生じた電力はモータ140に供給され、モータ140において回転駆動力を発生させる。この回転駆動力は、電気自動車90における車軸を介し

て、車両の前輪および/または後輪に伝えられ、車両を走行させる動力となる。このモータ140は、制御装置142の制御を受ける。制御装置142は、アクセルペダル142aの操作量を検出するアクセルペダルポジションセンサ142bなどとも接続されている。また、制御装置142は、制御部120とも接続しており、この制御部120との間でモータ140の駆動などに関する種々の情報のやり取りをしている。

【0084】なお、電気自動車90は、図示しない2次電池を備えており、電気自動車90の坂道登坂時や高速走行時などのように負荷が増大した場合には、この2次電池によってモータ140に供給する電力を補い、高い駆動力を得ることが可能となっている。この2次電池は、電気自動車90の燃料タンク92に水素を供給する際には、制御部120の動作や、冷却水路115内に水を循環させるために要する電力も供給する。

【0085】以上、本発明の水素製造充填装置10および電気自動車90の構成について説明したが、次に、水素製造充填装置10において水素の製造を行なう際に行なわれる動作について説明する。図7は、水素製造充填装置10において水素を生成しているときに実行される水素貯蔵量制御処理ルーチンを表わすフローチャートである。

【0086】水素製造充填装置10に設けられた所定のスタートスイッチをオン状態にすると、水素製造充填装置10内に都市ガスおよび水の供給が開始されて水素を生成する一連の反応が開始されると共に、制御部60において、図7に示す水素貯蔵量制御処理ルーチンが所定時間ごとに実行され、アキュムレータ55内に所定量の水素が貯蔵されるように制御される。ここでは、本ルーチンは、数msecごとに実行することとした。

【0087】本ルーチンが実行されると、CPU62は、まず、圧力センサ56が検出したアキュムレータ55内の圧力P1に関する情報を読み込む(ステップS100)。次に、読み込んだ圧力P1の値と、予め設定しておいた基準値P0とを比較する(ステップS110)。ここでP0は、電気自動車90の燃料タンク92が貯蔵可能な水素量以上の量であって、電気自動車90に水素を供給するためにアキュムレータ55に蓄えられる水素量に対応するアキュムレータ55内の圧力の値として制御部60に記憶させておいた値である。

【0088】ステップS110において、アキュムレータ55内の圧力P1が基準値P0以下である場合には、アキュムレータ55内に貯蔵された水素量はまだ不十分であると判断される。そこで、ステップS100で読み込んだアキュムレータ55内の圧力P1を基にコンプレッサ50の駆動状態を修正し(ステップS130)、さらにステップS100に戻って再びアキュムレータ55内の圧力P1の読み込みを行なう。この水素貯蔵量制御

処理ルーチンが実行されている間にもアキュムレータ55では水素の貯蔵が進行しており、アキュムレータ55内の水素量が増加するに従って、コンプレッサ50による水素の加圧状態を増す必要がある。本実施例では、アキュムレータ55内の水素の貯蔵状態が不十分である間は、ステップS100で読み込んだ圧力値P1を基にしてコンプレッサ50の駆動状態の修正を行なっている。

【0089】ステップS110において、アキュムレータ55内の圧力P1が基準値P0を越えた場合には、アキュムレータ55内に充分量の水素が貯蔵されたものと判断して、ステップS120の運転停止時処理ルーチンに移行する。この運転停止時処理ルーチンは、水素製造充填装置10の自動停止に関わる処理を行なうサブルーチンである。ここでは、ガス接続口11や水接続口26に駆動信号を出力してこれらが備える電磁弁を閉状態とし、水素製造充填装置10へのガスおよび水の供給を止める。また、コンプレッサ50など水素の製造および貯蔵に関わる機器を停止させるとともに、水素製造充填装置10への電力の供給を停止させる。ステップS120の運転停止時処理ルーチンによって水素製造充填装置10が停止すると、水素貯蔵量制御処理ルーチンは終了する。

【0090】以上、水素製造充填装置10において水素の製造および貯蔵を行なう際の動作について説明した。次に、水素製造充填装置10に貯蔵した水素を、電気自動車90に供給する際の動作について説明する。水素製造充填装置10のコネクタ70と電気自動車90のコネクタ受け部110とを接続し、水素製造充填装置10に設けられた所定のスタートスイッチをオン状態とすると、制御部60において、図8に示す水素充填制御処理ルーチンが所定時間ごとに実行され、電気自動車90への水素の供給状態が制御される。ここでは、本ルーチンは、数msecごとに実行することとした。

【0091】本ルーチンが起動されると、CPU62は、まず、燃料タンク92の容量の読み込みを行なう(ステップS200)。この動作は、種々の容量の燃料タンクを備える電気自動車に対応するためのものである。燃料タンク92の容量に関する情報は、予め電気自動車90の制御部120に記憶されている。引き続きCPU62は、燃料タンク92の水素残量の読み込みを行なう(ステップS210)。燃料タンク92の水素残量は、水素残量モニター97が積算した水素の消費量に基づいて算出した値として電気自動車90の制御部120に記憶されている。これら燃料タンク92の容量の値および燃料タンク92の水素残量の値は、コネクタ70およびコネクタ受け部110で接続する信号線29、119を介して、電気自動車90側から水素製造充填装置10の制御部60へ入力される。

【0092】次に、上記燃料タンク92の容量の値および燃料タンク92の水素残量の値を基にして、水素製造

充填装置10から電気自動車90へ供給すべき注入所要量V0を算出する(ステップS220)。注入所要量V0が求められるとCPU62は、電気自動車90に対する水素の供給を開始する指示を出力する(ステップS230)。水素の供給を開始させる指示としては、アキュムレータ55と水素供給路22との接続部付近に設けられた既述したバルブ58に対して出力する駆動信号を挙げることができる。これによってアキュムレータ55に貯蔵されていた水素は、水素供給路22および水素ガス導入路117を介して、所定の圧力で燃料タンク92に供給されるようになる。アキュムレータ55から燃料タンク92に供給される水素ガスの圧力は、バルブ58の開放状態によって調節することができるが、このバルブ58の開放状態は、燃料タンク92の水素残量に応じて制御される。

【0093】燃料タンク92への水素の供給が開始されると、CPU62は、燃料タンク92に供給した水素の注入量V1の読み込みを行なう(ステップS240)。この水素の注入量は、アキュムレータ55が備える既述した供給水素量モニター57から入力された情報を基にして算出された値である。水素注入量V1を読み込むと、次に、このV1の値と先のステップS220で算出した注入所要量V0との比較を行なう(ステップS250)。

【0094】V1よりもV0の方が大きい場合には、燃料タンク92に供給された水素量はまだ不十分であると判断されてステップS240に戻り、再び燃料タンク92に供給した水素の注入量V1の読み込みを行なう。燃料タンク92内に充分量の水素が供給されるまで、上記した水素注入量V1の読み込みと、このV1の値と上記注入所要量V0との比較を行なう処理を繰り返す。

【0095】ステップS250において水素の注入量V1の値が注入所要量V0の値を超えたと判断された場合には、水素製造充填装置10から電気自動車90への水素の供給を停止する指示が出力され(ステップS260)、本ルーチンを終了する。水素の供給を停止させる指示としては、既述したアキュムレータ55と水素供給路22との接続部に設けられた電磁弁を閉状態にするための駆動信号の出力や、電気自動車90側において燃料タンク92を冷却するための水を循環させているポンプ99を停止させるための信号を、信号線29、119を介して電気自動車90側に出力することなどを挙げることができる。

【0096】なお、本実施例では、燃料タンク92の容量に関する情報を制御部120に記憶させ、この情報は信号線119を介して電気自動車90側から水素製造充填装置10側に入力する構成としたが、使用者が水素製造充填装置10に対して、水素の供給を受ける電気自動車90が備える燃料タンク92の容量を手入力で入力する構成としてもよい。

【0097】以上のように構成された本実施例の水素製造充填装置10によれば、商用ガスとして各家庭に供給される都市ガスをを用いて水素ガスを生成することができるため、新たに水素を流通させるための流通手段を設けることなく、広く水素ガスを電気自動車の燃料として利用可能にすることができる。例えば、電気自動車90の使用者が各家庭において水素製造充填装置10を所有し、家庭に供給される都市ガスを利用して水素を製造し、自身が所有する電気自動車90に供給するというように、個人のレベルで容易に水素ガスを製造して電気自動車の燃料として利用することが可能となる。このように、水素ガスを電気自動車の燃料として容易に利用可能とすることは、排ガスの少ない電気自動車の普及を促し、ひいては地球環境の汚染の抑制につながるという効果がある。

【0098】また、本実施例の水素製造充填装置10は、製造した水素をアキュムレータ55内に蓄えて電気自動車90に供給可能な状態に準備する構成となっているため、水素を製造する際に、走行状態などの電気自動車90側の影響を受けることがない。従って、水素を製造するために進行する改質器30における改質反応等を任意の速度で行なうことができ、そのため、最適条件下で改質反応を行なって改質器において高いエネルギー効率を実現することができる。また、このように最適条件下で改質反応を行なうことができることから、改質反応を、よりゆっくりとした速度で行なうことが可能となり、触媒などの耐久性を向上させることができるという効果をも奏する。さらに、反応条件が最適化されることによって、改質器30等の構成を小型化することが可能となる。

【0099】また、本実施例の水素製造充填装置10は、水素の製造を行なう際に、アキュムレータ55内に蓄えられた水素量が所定量に達すると水素を製造する動作を終了する構成となっているため、水素の製造と貯蔵を自動運転で行なうことができる。従って使用者は、電気自動車90で出かける際に水素製造充填装置10の運転を開始しておけば、外出中に必要量の水素を製造して水素製造充填装置10内に貯蔵しておくことができ、帰宅した後は速やかに、電気自動車90の燃料タンク92への水素の供給を開始することができる。さらに、本実施例の水素製造充填装置10から電気自動車90に対して水素の供給を行なう際には、電気自動車90の燃料タンク92内に充分量の水素が供給されると水素を供給する動作を終了する構成となっているため、水素製造充填装置10による燃料タンク92への水素の供給を自動運転で行なうことができる。従って使用者は、帰宅した後に水素の供給操作を開始しておけば、次の（例えば翌朝の）外出時には水素の供給操作が終了した状態で電気自動車90を用意しておくことが可能となる。ここで、水素製造充填装置10は、電気自動車90が備える

燃料タンク92の容量を超える容量を備えたアキュムレータ55に生成した水素を貯蔵する構成となっているため、アキュムレータ55に充分量の水素を蓄えておけば、燃料タンク92内の水素がほとんど消費されてしまった場合にも、速やかに必要量の水素を燃料タンク92に供給することができる。

【0100】さらに本実施例の水素製造充填装置10および電気自動車90は、それぞれコネクタ70およびコネクタ受け部110を備えているため、これらコネクタ70およびコネクタ受け部110を接続することによって、水素供給路22および水素ガス導入路117を連通させる動作と、信号線29、119の接続とを同時にワンタッチで行なうことができる。

【0101】また、本実施例の水素製造充填装置10は、その側面部の両側に持ち手部81を備えて持ち運び可能な構成となっており、ガス接続口11および水接続口26と接続可能な都市ガス配管および水道配管があれば任意の場所に移動して水素の製造を行なうことが可能となっている。このように水素製造充填装置10を可動式とする他に、水素製造充填装置10を家庭内などの所定の場所に定置し、ガス接続口11および水接続口26は都市ガス配管および水道配管の所定の接続箇所固定する構成としてもよい。

【0102】また、本実施例の電気自動車90は、水素吸蔵合金に水素を吸蔵させることによって水素を蓄える構成としている。したがって、車両の走行時には、水素が気体の状態で存在するのは、燃料供給路93内と燃料電池100の内部と燃料排出路94内とに限られるため、車両を長期に停止状態で放置した場合でも、燃料の水素が失われる率が少ない。

【0103】以上説明した第1実施例の水素製造充填装置10から水素の供給を受ける電気自動車90では、水素吸蔵合金を備える燃料タンク92に水素を供給する際に生じる熱量は、熱交換部96に冷却水を循環させることで燃料タンク92から取り出し、電気自動車90が備える放熱部98で冷却水を冷却することによって取り出した熱量を外部に放出していたが、冷却水を降温させる放熱部を水素製造充填装置10側に設ける構成としてもよい。また、第1実施例の電気自動車90では、燃料タンク92に加熱装置95を設けることによって、燃料タンク92の水素吸蔵合金に吸蔵された水素を取り出すときに必要な熱量を供給する構成としたが、電気自動車90の所定の高温部で生じる熱量、例えば燃料電池100で生じる熱量を利用して燃料タンク92から水素を取り出すこととしてもよい。このような構成を第2実施例として以下に説明する。

【0104】第2実施例の水素製造充填装置10Aおよび電気自動車90Aの構成の概略を、それぞれ図9および図10に表わす。水素製造充填装置10Aおよび電気自動車90Aは、第1実施例の水素製造充填装置10お

よび電気自動車90とほぼ同様の構成を備えているため、以下には第1実施例とは異なっている構成についてのみ説明することとし、第1実施例と共通する構造については同じ番号を付して説明を省略する。

【0105】第2実施例の電気自動車90Aでは、燃料タンク92を冷却する冷却水が流れる冷却水路115は、第1実施例のように電気自動車90A内部で閉じた管路として形成されているのではなく、コネクタ110において開口している。冷却水路115の端部は、コネクタ110において水流路接続部112を形成している。また、冷却水路115は、燃料タンク92の熱交換部96を形成した後、温水流路113となり、温水流路113の端部は温水流路接続部114を形成してコネクタ110において開口している。電気自動車90Aのコネクタ110と水素製造充填装置10Aのコネクタ70とを接続することによって、水素製造充填装置10A側から電気自動車90A側へ上記水流路接続部112を介して冷却水が導入可能となる。コネクタ110を介して水素製造充填装置10Aから燃料タンク92に水素の充填が行なわれるときには、水流路接続部112を介して導入された冷却水は、燃料タンク92の熱交換部96において熱交換して昇温する。昇温した冷却水は温水流路接続部114を介して水素製造充填装置10側に導入される。

【0106】水素製造充填装置10A側では、コネクタ70において、上記水流路接続部112および温水流路接続部114に対応する位置に、水流路接続部112および温水流路接続部114と接続可能な水流路接続部72および温水流路接続部74が設けられている。この水流路接続部72と温水流路接続部74とは、水素製造充填装置10A内に配管された冷却水路77の端部構造である。冷却水路77は、水素製造充填装置10A内部において放熱部73を形成している。この放熱部73は、第1実施例の電気自動車90が備える放熱部98と同様のラジエータ構造を有している。電気自動車90Aの燃料タンク92に設けられた熱交換部96において昇温した冷却水は、温水流路接続部114、74を経由して水素製造充填装置10A側に導入され、冷却水路77を経由して放熱部73において放熱されて降温する。降温した冷却水は、水流路接続部72、112を経由して電気自動車90A側に導入され、再び熱交換部96で熱交換して燃料タンク92を冷却する。なお、このような冷却水の循環は、冷却水路115に設けられた第1実施例と同様のポンプ99の働きによって実現される。

【0107】また、電気自動車90Aにおいて、冷却水路115および温水流路113はその所定の箇所に分岐しており、これら分岐した流路は燃料電池100内に配管して燃料電池100内で熱交換部109を形成し、この熱交換部109においてこれらの流路は接続している。また、冷却水路115および温水流路113から熱

交換部109側に流路が分岐する位置には、冷却水の流路を切り替える切り替えバルブが設けられている。冷却水路115の分岐点には切り替えバルブ112Aが設けられており、温水流路113の分岐点には切り替えバルブ114Aが設けられている。これらの切り替えバルブ112A、114Aは制御部120に接続されており、制御部120が出力する駆動信号によって流路の切り替えが行なわれる。水素製造充填装置10Aによって燃料タンク92に水素が充填されるときには、冷却水は熱交換部96側にだけ流通するように切り替えバルブ112A、114Aが制御され、熱交換部109に至る流路は閉鎖される。このような場合には、既述したように、冷却水は燃料タンク92の熱交換部96と水素製造充填装置10Aの放熱部73との間を循環する。

【0108】一方、燃料タンク92内の水素を利用して電気自動車90Aが走行するときには、切り替えバルブ112A、114Aの開閉状態が制御されて、熱交換部96を形成する流路と熱交換部109を形成する流路とが連通する。このような場合には、冷却水は燃料タンク92の熱交換部96と燃料電池100の熱交換部109との間を循環する。このような構成とすることによって本実施例の電気自動車90Aでは、燃料電池100で発生する熱量を利用して水素吸蔵合金から水素を取り出している。すなわち、燃料電池100による発電が行なわれるときには、電気エネルギーに変換されなかったエネルギーが熱エネルギーとして放出されるため熱量が発生するが、熱交換部109における冷却水は燃料電池100との間で熱交換を行なうことによって燃料電池100の運転温度を80~100℃の温度範囲に保ち、これによって熱交換部109における冷却水は昇温する。また、燃料タンク92において、水素吸蔵合金に吸蔵させた水素を取り出すには外部から熱量を与える必要があるが、熱交換部109で昇温した冷却水は熱交換部96に導入されることによって燃料タンク92に必要な熱量を与えて水素を取り出し可能とし、これによって熱交換部96における冷却水は降温する。このように、冷却水は、熱交換部109と熱交換部96との間を循環することによって、燃料電池100で生じた熱量を燃料タンク92において利用可能としている。

【0109】電気自動車90Aは第1実施例の電気自動車90と同様に燃料タンク92に加熱装置95を設けているが、上述したように燃料電池100が定常運転を行なっているときには燃料電池100で発生した熱量を用いて燃料タンク92を加熱することができる。したがって本実施例では、加熱装置95は、電気自動車90Aの始動時などにおいて燃料電池100が十分に昇温していないときに燃料タンク92に供給する熱量を補ったり、燃料電池100側から供給される熱量が不足する場合に熱量を補うという目的で使用する。もとより、燃料電池100側から冷却水を介して供給される熱量によって、

水素吸蔵合金から水素を取り出すエネルギーをすべて賄うことができる場合には、加熱装置 95 を設けないこととしてもよい。加熱装置 95 において燃焼反応を行わない場合には、燃料排出路 94 に排出された燃料排ガスはすべて燃料供給路 93 に戻され、酸化ガス排出路 134 に排出された酸化排ガスはそのまま外部に放出される。

【0110】以上のような第 2 実施例の水素製造充填装置 10A および電気自動車 90A によれば、第 1 実施例の水素製造充填装置 10 および電気自動車 90 と同様の効果に加えて以下のような効果を奏する。すなわち、燃料タンク 92 の水素吸蔵合金が吸蔵する水素を取り出すために燃料電池 100 で生じる熱エネルギーを利用するため、燃料タンク 92 の加熱のために消費する水素量を削減することができる。さらに、燃料タンク 92 の熱交換部 96 を流れる冷却水と燃料電池 100 を冷却する冷却水とを共通化することによって、これらの冷却水を別系統とする場合に比べて、冷却水の配管と冷却水を冷却する構造とを簡素化することができる。

【0111】また、本実施例では、水素吸蔵合金を備える燃料タンク 92 に水素を供給する際に生じる熱量を廃棄するための放熱部 73 を水素製造充填装置 10A 側に設けることとしたため、電気自動車 90A の構成を簡素化することができた。ここで、熱交換部 96 と熱交換部 109 との間で冷却水を循環させるときにも、熱交換部 96 と放熱部 73 との間で冷却水を循環させるときにも、どちらの場合にもポンプ 99 を用いる構成としたが、それぞれの場合に別々のポンプを用いることとしてもよい。例えば、電気自動車 90A 側には熱交換部 96 と熱交換部 109 との間で冷却水を循環させるポンプを設け、水素製造充填装置 10A 側には熱交換部 96 と放熱部 73 との間で冷却水を循環させるポンプを設けるといった構成にすることもできる。

【0112】以上説明した第 1 実施例および第 2 実施例では、水素吸蔵合金を備える燃料タンク 92 に水素を供給する際に生じる熱量は、熱交換部 96 に冷却水を循環させることで燃料タンク 92 から取り出し、この冷却水を放熱部 98、73 で冷却することによって外部に放出していたが、この水素供給時に生じる熱量を廃棄するのではなく利用する構成とするのも好ましい。このような構成を以下に第 3 実施例として説明する。

【0113】第 3 実施例の水素製造充填装置 10B および電気自動車 90B の構成の概略を、それぞれ図 11 および図 12 に表わす。水素製造充填装置 10B および電気自動車 90B は、第 1 実施例の水素製造充填装置 10 および電気自動車 90 とほぼ同様の構成を備えているため、以下には第 1 実施例とは異なっている構成についてのみ説明することとし、第 1 実施例と共通する構造については同じ番号を付して説明を省略する。

【0114】第 3 実施例の水素製造充填装置 10B で

は、水接続口 26 に一端を開口する水供給路 27 は、その他端を脱硫ガス供給管 14 に接続する他に、所定の位置で分岐して水供給分岐路 28 を形成し、その端部をコネクタ 70 に開口している。コネクタ 70 には水供給分岐路 28 の端部構造としての水流路接続部 72 が設けられており、この水流路接続部 72 は、コネクタ 70 を電気自動車側のコネクタ受け部 110 に接続したときにコネクタ受け部 110 側の水流路接続部 112 と接続して、電気自動車 90 側へも水供給分岐路 28 を介して水を供給可能となる。

【0115】水供給路 27 は、水供給分岐路 28 と分岐する位置よりも脱硫ガス供給管 14 との接続部側にバルブ 27A を備えている。また、水供給分岐路 28 はバルブ 28A を備えている。これらバルブ 27A および 28A は制御部 60 と接続しており、制御部 60 によってその開閉状態が制御される。バルブ 27A が開状態となったときには、脱硫ガス供給管 14 を通過する脱硫ガスに対して水が供給可能となり、バルブ 28A が開状態となったときには、電気自動車 90 側に対して水が供給可能となる。

【0116】また、水素製造充填装置 10B は、その内部に温水流路 75 を形成している。温水流路 75 の一端はコネクタ 70 が備える温水流路接続部 74 において開口しており、コネクタ 70 をコネクタ受け部 110 と接続すると、電気自動車 90 側から温水流路 75 側へ温水を供給可能となる。さらに、水素製造充填装置 10A は、その所定の位置において外部に延出する温水供給チューブ 88 を有しており、温水流路 75 は水素製造充填装置 10A から温水供給チューブ 88 の内部へと延びており、温水流路 75 の他端は、温水供給チューブ 88 の端部において開口しており、電気自動車 90 側から供給された温水を外部に吐出可能となっている。

【0117】一方、第 3 実施例の電気自動車 90B では、燃料タンク 92 の内部で熱交換部 96 を形成する冷却水路 115 は、第 1 実施例の様に環状構造とはなっておらず、その一端を、コネクタ受け部が備える水流路接続部 112 として開口している。この水流路接続部 112 は、コネクタ 70 とコネクタ受け部 110 とを接続することによって、既述した水流路接続部 72 と接続される。このように冷却水路 115 が水供給分岐路 28 と連通することによって、所定の水道配管から供給される水は、水接続口 26 および水素製造充填装置 10A 内を経由して、冷却水として熱交換部 96 に供給される。

【0118】冷却水路 115 は、燃料タンク 92 内で熱交換部 96 を形成した後、温水流路 113 として再びコネクタ受け部 110 で開口する。すなわち、温水流路 113 は、冷却水路 115 を流れてきた冷却水が、熱交換部 96 で昇温して温水となった後に流れる流路である。コネクタ受け部 110 には、温水流路 113 の端部構造としての温水流路接続部 114 が形成されており、コネ

クタ受け部110とコネクタ70とを接続したときには、この温水流路接続部114と既述した温水流路接続部74とが接続される。これによって、温水流路113と温水流路75とが連通して、水素吸蔵合金が水素を吸蔵する際に生じた熱量によって昇温した温水が、水素製造充填装置10A側に供給可能となる。

【0119】以上のように構成された本実施例の水素製造充填装置10Bを用いて水素の製造および製造した水素の貯蔵を行なうときには、制御部60においては、図7に示した水素貯蔵量制御処理ルーチンと同様の処理が行なわれるが、これらの処理に先立って、バルブ27Aを閉状態とし、バルブ28Aを開状態とするための駆動信号の出力が行なわれる。これによって、脱硫ガス供給管14を通過する脱硫ガスに対して、改質反応に要する水を供給可能となる。また、アキュムレータ55内に充分量の水素が貯蔵されて、ステップS120において運転停止時処理ルーチンが行なわれる際には、バルブ27Aを閉状態とするための駆動信号の出力も同時に行なわれる。

【0120】本実施例の水素製造充填装置10Bを用いて、電気自動車90Aの燃料タンク92に対して水素の供給を行なうときには、制御部60においては、図8に示した水素充填制御処理ルーチンと同様の処理が行なわれるが、このときステップS230の水素の供給を開始する駆動信号の出力に先立って、バルブ27Aを閉状態とし、バルブ28Aを開状態とするための駆動信号の出力が行なわれる。これによって、水素吸蔵合金が水素を吸蔵する際に生じる熱量で昇温する燃料タンク92を冷却水によって冷却可能になる。また、燃料タンク92内に充分量の水素が供給されて、ステップS260において水素の供給が停止された時には、バルブ28Aを閉状態とするための駆動信号の出力が行なわれる。ここで、バルブ28Aを閉状態とするのは、燃料タンク92への水素の供給が停止された後に所定時間が経過した後とすることが好ましく、これによって燃料タンク92を充分に冷却することができる。

【0121】以上のように構成された第3実施例の水素製造充填装置10Bおよび電気自動車90Bによれば、第1実施例および第2実施例の水素製造充填装置および電気自動車と同様に、充分量の水素を製造して貯蔵しておく動作と、充分量の水素を電気自動車の燃料タンクに供給する動作とを、自動運転によって行なうことができるという効果に加えて以下のような効果を奏する。すなわち、燃料タンク92を冷却するための冷却水を順次供給しながら、燃料タンク92での熱交換によって昇温した温水を外に取り出す構成としたため、水素吸蔵合金が水素を吸蔵する際に生じた熱量を利用することが可能となる。また、冷却水を電気自動車90B内部で循環させることがないため、冷却水を循環させるためのポンプ等によって、電気自動車90Aで電力が消費されてしま

うことがない。

【0122】ここで、燃料タンク92で熱交換することによって昇温した温水の利用法としては、家庭用の給湯装置への適用等を挙げることができる。例えば、既述した温水供給チューブ88を、家庭用の給湯装置が備える所定の温水貯蔵タンクに接続するならば、燃料タンク92で熱交換することによって昇温した温水を上記所定の温水貯蔵タンクに貯蔵して、家庭の浴室や洗面所、あるいは台所等で使用する温水として利用することができる。あるいは、温水供給チューブ88を浴室に伸長させ、直接浴槽に供給することとしてもよい。燃料タンク92で熱交換することによって昇温した温水は、例えば本実施例のように水素吸蔵合金としてチタン系合金および希土類系合金を用いた場合には、約40～60℃に達している。このように燃料タンク92で熱交換した温水は、必要に応じて、上記温水貯蔵タンク等においてさらに加熱を行なって昇温させた上で貯蔵することとしてもよい。このような温水を利用することによって、水素を吸蔵する際に生じる熱エネルギーが廃棄されてしまうのを防ぎ、家庭内で消費するエネルギーを節約することが可能となる。

【0123】上記第3実施例では、第2実施例と同様に、水素製造充填装置10Bが備える接続チューブ82に水供給分岐路28および温水流路75を配管する構成としたため、コネクタ70とコネクタ受け部110とを接続するだけで、電気自動車90Aへの冷却水の供給および電気自動車90Aからの温水の排出を行なうことが可能となる。もとより、水供給分岐路28および温水流路75を配管する構造として接続チューブ82以外の構造を設け、冷却水の供給および温水の排出を、コネクタ70およびコネクタ受け部110の接続部を介することなく行なうこととしても差し支えない。

【0124】また、上記した第3実施例の構成において、第2実施例と同様に、燃料電池100で生じた熱量を利用して燃料タンク92から水素を放出させることとしてもよい。このような構成を第4実施例として以下に説明する。図13は、第4実施例の電気自動車90Cの構成を例示するブロック図である。第4実施例の電気自動車90Cは、第3実施例の電気自動車90Bとほぼ同様の構成を有しているが、第2実施例の電気自動車90Aと同様に、温水流路113および冷却水路115は所定の位置で分岐して燃料電池100内に配管し、熱交換部109を形成している。なお、第4実施例の電気自動車90Cが備える燃料タンク92には、第3実施例の水素製造充填装置10Bと同様の構成を備える水素製造充填装置を用いて水素を供給する。

【0125】このような電気自動車90Cでは、水素製造充填装置10Bから水素の供給を受けるときには、熱交換部96を流れる冷却水は、水接続口26、水供給路27、水供給分岐路28および水流路接続部72を経由

して、水素製造充填装置10B側から冷却水路115に導入される。この冷却水は、熱交換部96において燃料タンク92を冷却することによって昇温すると、温水流路113を経由して水素製造充填装置10B側に導入され、温水流路接続部74および温水流路75を経由して温水供給チューブ88の端部より水素製造充填装置10B外に放出されて、家庭用の給湯装置などに貯留することによって利用可能となる。

【0126】第4実施例の電気自動車90Cを走行させるときには、制御部120によって切り替えバルブ112A、114Aが制御されて、熱交換部96を形成する流路と熱交換部109を形成する流路とが連通する。このような構成とすることによって、冷却水は熱交換部109において燃料電池100を冷却することで昇温し、昇温した冷却水は熱交換部96において燃料タンク92を加熱して水素吸蔵合金から水素を放出させることで降温する。

【0127】以上のように構成された第4実施例の電気自動車90Cによれば、第1実施例と同様の効果に加えて、第3実施例と同様に水素供給時に燃料タンク92で生じる熱量が利用可能となるとともに、第2実施例と同様に燃料電池100で生じる熱エネルギーを利用して燃料タンク92から水素の放出を行なうことが可能となつて、システム全体のエネルギー効率を向上させることができる。

【0128】上記第1ないし第4実施例では、電気自動車の燃料タンクは水素吸蔵合金を備えており、この水素吸蔵合金が水素を吸蔵することによって水素を蓄える構成としたが、水素を気体のまま加圧して貯蔵する水素ボンベによって燃料タンクを構成することとしてもよい。このような構成を第5実施例として以下に示す。第5実施例の水素製造充填装置10Dおよび電気自動車90Dの構成を図14および図15に示すが、第1実施例の水素製造充填装置10および電気自動車90と共通する構成については同じ番号を付して説明を省略することとし、異なる構成についてのみ以下に説明する。

【0129】第5実施例の水素製造充填装置10Dでは、アキュムレータ55に貯蔵した水素を電気自動車90D側に供給する水素供給路22は、直接アキュムレータ55に接続する代わりに水素供給路18に接続している。水素供給路18において、水素供給路22との接続部よりも上流側にはバルブ18Aが設けられており、水素供給路22にはバルブ22Aが設けられている。

【0130】これらバルブ18Aおよびバルブ22Aは制御部60と接続しており、制御部60によってその開閉状態が制御される。水素製造充填装置10Dにおいて水素の製造を行なう際には、バルブ18Aは開状態、バルブ22Aは閉状態となってアキュムレータ55に水素が貯蔵される。また、水素製造充填装置10Dから電気自動車90Dへ水素が供給される際には、バルブ18A

は閉状態、バルブ22Aは開状態となり、アキュムレータ55に貯蔵されていた水素はコンプレッサ50によって加圧されて電気自動車90Dに供給される。

【0131】第5実施例の電気自動車90Dは、上述したように水素を気体のまま加圧貯蔵するボンベによって構成された燃料タンク92Dを備えている。このような燃料タンク92Dでは、水素を供給する際に発熱することがなく、また、水素を取り出すときにも加熱の必要がない。従って、第1ないし第4実施例の電気自動車とは異なり、燃料タンク内を冷却する機構および加熱する機構を備えない。また、燃料タンク92Dは、水素残量モニタ97の代わりに圧力センサ97Dを備え、燃料タンク92D内の水素残量を検出して制御部120に入力している。

【0132】このように、本実施例の電気自動車90Dでは、燃料タンク92Dは加熱装置95を備えていないため、燃料電池100から排出された燃料排ガスはすべて燃料供給路93に戻り、燃料ガスとして再び燃料電池100に供給される。また、燃料電池100から排出された酸化排ガスは、所定の排出装置に接続して最終的に電気自動車90Bの外部に排出される。

【0133】以上のように構成された水素製造充填装置10Dを用いて電気自動車90Dに水素を供給する際には、図8に示した水素充填制御処理ルーチンが実行される。本実施例では、ステップS210で燃料タンク内の水素残量を読み込む際に、水素残量モニタ97の代わりに圧力センサ97Dが検出した値を読み込む。また、ステップS230で水素の供給を開始する際には、バルブ18Aを閉状態、バルブ22Aを開状態とする制御がなされる。

【0134】以上説明した第5実施例の水素製造充填装置10Dおよび電気自動車90Dによれば、燃料タンク92Dに水素を蓄える方法として、水素吸蔵合金に吸蔵させる代わりに気体のまま加圧して貯蔵する構成としたため、燃料タンク92Dに水素を供給する際や燃料タンク92Dから水素を取り出す際に、燃料タンク92Dを冷却したり加熱したりする必要がなく、電気自動車90Dの構成を簡素化することができる。また、本実施例の燃料タンク92Dのように水素ガスを加圧貯蔵する場合には、水素吸蔵合金に水素を吸蔵させて貯蔵する場合に比べて、水素の供給操作を迅速に行なうことができるという利点を有する。すなわち、水素ガスを加圧供給する場合には、燃料タンク92D内の水素残量に応じて水素圧を制御しながら、アキュムレータ55から水素ガスを供給するだけでよく、水素と金属との化学反応を伴う水素の吸蔵によって水素を貯蔵する場合よりもはるかに早く水素の供給を完了することができる。

【0135】また、第5実施例の水素製造充填装置10Dは、水素供給路22を水素供給路18に接続しているため、流路の切り替えを行なうだけで、アキュムレータ

10

20

30

40

50

55への水素の供給時にもアキュムレータ55からの水素の放出時にも同じコンプレッサ50を用いることができ、構成を簡素化することができる。もとより、水素製造充填装置10Dは2つのコンプレッサを有することとし、アキュムレータ55への水素の供給時とアキュムレータ55からの水素の放出時とで異なるコンプレッサを用いることとしてもよい。また、アキュムレータ55から水素を放出するときに用いるコンプレッサを電気自動車90D側に設け、水素を電気自動車90Dに供給した後にコンプレッサで加圧して燃料タンク92Dに供給することとしてもよい。

【0136】上記第1ないし第5実施例の水素製造充填装置では、製造した水素を貯蔵するためにアキュムレータ55を備え、水素を加圧して貯蔵する構成としたが、水素を加圧する代わりに水素吸蔵合金に吸蔵させることによって水素を貯蔵することとしてもよい。以下に、このような構成を第1実施例の水素製造充填装置10に適用した場合を、第6実施例の水素製造充填装置10Eとして説明する。

【0137】第6実施例の水素製造充填装置10Eは、図16に示すように、アキュムレータ55に代えて、内部に水素吸蔵合金を有する水素貯蔵部55Eを備えており、製造された水素はこの水素吸蔵合金に吸蔵されることによって貯蔵される。ここで、水素貯蔵部55Eが貯蔵可能な水素量は、水素製造充填装置10Eから水素の供給を受ける電気自動車90が備える燃料タンク92の容量以上の量とする。

【0138】本実施例の水素製造充填装置10Eにおいて、水接続口26を介して水の供給を受ける水供給路27は、脱硫ガス供給管14との接続箇所よりも上流において、上記水素貯蔵部55E内部に配管して熱交換部を形成している。水素貯蔵部55Eに水素を貯蔵する際には、水素吸蔵合金が水素を吸蔵するのに伴って発熱反応が進行するが、上記水供給路27によって形成された熱交換部内を水が流れることによって水素貯蔵部55Eは冷却される。熱交換部で昇温した温水は、水供給路27に導かれて脱硫ガス供給管14に至り、改質反応に要する水として脱硫ガスに加えられる。

【0139】また、水素貯蔵部55Eは、加熱部54を備えている。この加熱部54は、水素貯蔵部55E内を加熱するための装置であり、水素貯蔵部55Eに貯蔵しておいた水素を電気自動車90に供給する際に水素貯蔵部55E内を加熱して、水素吸蔵合金からの水素の放出を促す。加熱部54の構成としては、所定の商用電源から供給される電力を利用して電熱によって発熱することとしてもよいし、ガス接続口11を介して都市ガスの供給を受け、この都市ガスを燃焼させることによって発熱することとしてもよい。

【0140】以上のように構成された第6実施例の水素製造充填装置10Eによれば、製造した水素を水素吸蔵

合金に吸蔵させることによって貯蔵するため、加圧した気体の状態で貯蔵する場合に比べて、水素を貯蔵した状態で水素製造充填装置を長期に放置した場合に失われる水素量が少なくて済む。また、水素製造時には、水素吸蔵合金に水素を吸蔵させることで生じる熱量を利用して水を昇温させ、この温水を利用して改質反応を行なうため、蒸発・加熱器25で消費するエネルギーを削減することができ、水素の吸蔵時に生じる熱量を無駄に廃棄してしまうのを抑えることができる。このように、水素吸蔵合金に吸蔵させることによって水素を貯蔵する構成は、第1実施例の水素製造充填装置10だけでなく、第2実施例の水素製造充填装置10Aなど他の構成に適用することもできる。

【0141】以上説明した第1ないし第6実施例の水素製造充填装置では、アキュムレータや水素貯蔵部などの水素貯蔵手段を設け、予め充分量の水素を水素製造充填装置内に準備しておく構成としたが、このような水素貯蔵手段を設けることなく、水素の製造と同時に電気自動車への水素の供給を行なうこととしてもよい。以下にこのような構成を第7実施例として説明する。

【0142】図17は、第7実施例の水素製造充填装置10Fの構成を表わす説明図である。水素製造充填装置10Fにおいて、第1実施例の水素製造充填装置10と共通する構成については水素製造充填装置10と同じ番号を付して説明を省略することとし、異なる構成についてだけ説明する。なお、第7実施例の水素製造充填装置10Fから水素の供給を受ける電気自動車は、第2実施例の電気自動車90Aと同様の構成を備えているものとする。

【0143】水素製造充填装置10Fでは、コンプレッサ50は水素供給路22に接続しており、コンプレッサ50によって加圧された水素は貯蔵されることなくコネクタ70を介して電気自動車90Aに供給される。ここで、水素供給路22にはガス流量センサ52が設けられている。このガス流量センサ52は制御部60と接続しており、電気自動車90Aに供給した水素ガス流量に関する情報を制御部60に入力している。本実施例ではガス流量センサ52としてドップラ式のセンサを用いているが、異なる種類のセンサを用いることとしてもよい。

【0144】また、水接続口26を介して水の供給を受ける水供給路27は、脱硫ガス供給管14に接続することなく接続チューブ82内に配管してコネクタ70に至り、コネクタ70が備える水流路接続部72において開口する。第7実施例の水素製造充填装置10Fが備える脱硫ガス供給管14には、水供給路27に代わって温水供給路13が接続している。この温水供給路13は、接続チューブ82内に配管しており、コネクタ70が備える温水流路接続部74において端部を開口している。

【0145】本実施例では、水接続口26から水素製造充填装置10F内に供給された水は、そのままコネクタ

10

20

30

40

50

70を介して電気自動車90Aに供給され、電気自動車90Aに供給された水は、冷却水路115に導かれて水素吸蔵合金を備える燃料タンク92を冷却する。冷却水路115が形成する熱交換部96において熱交換し、昇温した温水は、温水流路113および温水流路接続部114、74を介して水素製造充填装置10F側へ供給される。この温水は、水素製造充填装置10F側では、上記温水供給路13に導かれて改質反応に要する水として脱硫ガスに加えられる。

【0146】以上、第7実施例の水素製造充填装置10Fの構成について説明したが、次に、水素製造充填装置10Fを動作させて電気自動車90Aに水素を供給する際の動作について説明する。水素製造充填装置10Fのコネクタ70と電気自動車90Aのコネクタ受け部110とを接続し、水素製造充填装置10Fに設けられた所定のスタートスイッチをオン状態にすると、制御部60において図18に示した水素生成充填量制御処理ルーチンが所定時間ごとに実行され、電気自動車90Aの燃料タンク92内に所定量の水素が供給されるように制御される。以下、図18のフローチャートに即して、本実施例の水素製造充填装置10Fが水素の製造を行ないつつ電気自動車90Aに水素を供給する動作について説明する。

【0147】本ルーチンが実行されると、CPU62は、まず、燃料タンク92の容量の読み込みを行なう(ステップS300)。この動作は、種々の容量の燃料タンクを備える電気自動車に対応するためのものである。燃料タンク92の容量に関する情報は、予め電気自動車90Aの制御部120に記憶されている。引き続きCPU62は、燃料タンク92の水素残量の読み込みを行なう(ステップS310)。燃料タンク92の水素残量は、水素残量モニタ97が積算した水素の消費量に基づいて算出した値として電気自動車90Aの制御部120に記憶されている。これら燃料タンク92の容量の値および燃料タンク92の水素残量の値は、コネクタ70およびコネクタ受け部110で接続する信号線29、119を介して、電気自動車90A側から水素製造充填装置10Dの制御部60へ入力される。

【0148】次に、上記燃料タンク92の容量の値および燃料タンク92の水素残量の値を基にして、水素製造充填装置10Dから電気自動車90Aへ供給すべき注入所要量V0を算出する(ステップS320)。注入所要量V0が求められると、CPU62において運転開始時処理ルーチンが実行される(ステップS330)。この運転開始時処理ルーチンは、水素の製造および電気自動車90Aに対する水素の供給の開始を指示するためのサブルーチンである。運転開始時処理ルーチンにおいて実行される処理としては、ガス接続口11および水接続口26が備える電磁弁に駆動信号を出力して、水素製造充填装置10Fへのガスおよび水の供給を開始させたり、

コンプレッサ50に駆動信号を出力して、電気自動車90Aの燃料タンク92に供給する水素の圧力を制御する等の処理を挙げることができる。

【0149】運転開始時処理ルーチンの実行によって水素の製造および電気自動車90Aへの水素の供給が開始されると、CPU62は、燃料タンク92に供給した水素の注入量V1の読み込みを行なう(ステップS340)。この水素の注入量V1は、水素供給路22が備える既述したガス流量センサ52から入力された情報を基にして算出された値である。水素注入量V1を読み込むと、次に、このV1の値と先のステップS320で算出した注入所要量V0との比較を行なう(ステップS350)。

【0150】V1よりもV0の方が大きい場合には、燃料タンク92に供給された水素量はまだ不十分であると判断されてステップS340に戻り、再び燃料タンク92に供給した水素の注入量V1の読み込みを行なう。燃料タンク92内に充分量の水素が供給されるまで、上記した水素注入量V1の読み込みと、このV1の値と上記注入所要量V0との比較を行なう処理を繰り返す。

【0151】ステップS350において水素の注入量V1の値が注入所要量V0の値を超えたと判断された場合には、運転停止時処理ルーチンが実行され(ステップS360)、本ルーチンを終了する。この運転停止時処理ルーチンは、水素の製造および電気自動車90Aに対する水素の供給の開始を指示するためのサブルーチンである。運転開始時処理ルーチンにおいて実行される処理としては、ガス接続口11および水接続口26が備える電磁弁に駆動信号を出力して、水素製造充填装置10Dへのガスおよび水の供給を停止させたり、コンプレッサ50に停止信号を出力して、電気自動車90Aの燃料タンク92への水素の供給を停止させる等の処理を挙げることができる。

【0152】なお、本実施例では、燃料タンク92の容量に関する情報を制御部120に記憶させ、この情報は信号線119を介して電気自動車90側から水素製造充填装置10側に入力する構成としたが、使用者が水素製造充填装置10に対して、水素の供給を受ける電気自動車90が備える燃料タンク92の容量を手入力で入力する構成としてもよい。

【0153】以上のように構成された第7実施例の水素製造充填装置10Fおよび電気自動車90Aによれば、既述した第1ないし第6実施例と同様に、商用ガスとして各家庭に供給される都市ガスを用いて水素ガスを生成することができるため、新たに水素を流通させるための流通手段を設けることなく、広く水素ガスを電気自動車の燃料として利用可能にすることができる。また、水素製造充填装置10Fにおける水素の製造と電気自動車90Aに対する水素の供給とは同時に行なわれるが、この水素供給の動作は、所定の位置に設置された水素製造充

充填装置10Fに電気自動車90Aを接続して行なわれるため、水素を製造する際に、走行状態などの電気自動車90A側の影響を受けることがない。従って、水素を製造するために進行する改質器30における改質反応等を最適条件下で行なうことができ、高いエネルギー効率を実現することができる。もとより、電気自動車90Aへの水素の供給を早くに完了させたい場合には、改質反応などを行なわせる運転条件を、最適条件よりも早めることとしても良い。

【0154】また、本実施例の水素製造充填装置10F 10から電気自動車90Aに対して水素の供給を行なう際には、電気自動車90Aの燃料タンク92内に充分量の水素が供給されると、水素を製造する動作および水素を供給する動作を終了する構成となっているため、水素製造充填装置10Dによる水素の製造および燃料タンク92への水素の供給を自動運転で行なうことができる。従って使用者は、帰宅した後に水素製造充填装置10Dの運転を開始しておけば、次の(例えば翌朝の)外出時には水素の供給操作が終了した状態で電気自動車90Aを用意しておくことが可能となる。

【0155】さらに本実施例の水素製造充填装置10Fおよび電気自動車90Aは、それぞれコネクタ70およびコネクタ受け部110を備えているため、これらコネクタ70およびコネクタ受け部110を接続することによって、水素供給路22および水素ガス導入路117を連通させる動作と、信号線29、119の接続と、水供給路27および冷却水路115を連通させる動作と、温水供給路13および温水流路113を連通させる動作とを同時にワンタッチで行なうことができる。もとより、水供給路27および冷却水路115の接続と、温水供給路13および温水流路113の接続とを、コネクタ70 30およびコネクタ受け部110との接続部を介さない構造としても差し支えない。

【0156】また、本実施例の水素製造充填装置10Fは、上記第1ないし第6実施例の水素製造充填装置と同様に持ち運び可能な構成となっており、ガス接続口11および水接続口26と接続可能な都市ガス配管および水道配管があれば任意の場所に移動して水素の製造を行なうことが可能となっているが、アキュムレータを備えないためさらなる小型化が可能となっており、移動がさらに容易となっている。もとより、水素製造充填装置10を可動式とせずに家庭内などの所定の場所に定置し、ガス接続口11および水接続口26は都市ガス配管および水道配管の所定の接続箇所に固定する構成としてもかまわない。

【0157】また、本実施例の水素製造充填装置10Fおよび電気自動車90Aは、水素の製造と供給とを同時に行なう構成となっているため、燃料タンク92が備える水素吸蔵合金が水素を吸蔵する際に生じる熱量を利用して、改質反応に要する水の昇温を行なっている。従っ 50

て、蒸発・加熱器25で消費するエネルギーを低減させてシステム全体のエネルギー効率を向上させることができる。なお、水素吸蔵合金が水素を吸蔵する際に生じる熱量によって昇温された温水は、水素製造充填装置10Fにおける改質反応に利用する他に、第3実施例と同様に、家庭用の給湯装置において利用するなど他の用途に用いることとしてもよい。もとより、第1実施例と同様に、燃料タンク92の冷却は冷却水を循環させることによって行ない、生じた熱量は所定の放熱部において外部に放出してしまうこととしても差し支えない。

【0158】さらに、本実施例の電気自動車90Aにおいて、燃料タンク92に水素を貯蔵する方法として、水素吸蔵合金に吸蔵させる代わりにボンベ内に加圧ガスとして蓄えることとしてもよい。すなわち、電気自動車は第5実施例の電気自動車90Dと同様の構成とし、水素製造充填装置10Fでは、水供給路27を直接脱硫ガス供給管14に接続することとしてもよい。

【0159】既述した第1ないし第7実施例の水素製造充填装置において、蒸発・加熱器25(および必要に応じて改質器30)を加熱するために設けた所定の燃焼部は、都市ガス分岐路16から供給される都市ガス、および水素純化器40から排出された改質排ガスを燃焼のための燃料として利用する構成となっているが、この所定の燃焼部から排出される燃焼排ガスを、そのまま廃棄せずにさらに利用する構成とすることも好ましい。このような構成を第8実施例として以下に説明する。図19は、第8実施例の水素製造充填装置10Gの構成を表わす説明図である。第8実施例の水素製造充填装置10Gは、第1実施例の水素製造充填装置10とはほぼ同様の構成を有しているため、共通する構成には同じ番号を付して説明を省略し、要部に対応する燃焼排ガスの流路に関する構成についてのみ説明する。

【0160】第8実施例の水素製造充填装置10Gは、蒸発・加熱器25(および必要に応じて改質器30)を加熱するために設けた所定の燃焼部から燃焼排ガスを排出する燃焼排ガス路23を備えている。蒸発・加熱器25は、上記燃焼部によって600~800℃に加熱されており、燃焼排ガス路23に排出される燃焼排ガスの温度は約100~200℃に達する。燃焼排ガス路23に排出された燃焼排ガスは、熱交換部24において冷却され、その後水素製造充填装置10Gの外部に排出される。ここで、熱交換部24には水供給路27から分岐する水供給分岐路32が配管されており、この水供給分岐路32に供給される水は上記燃焼排ガスとの間で熱交換を行なって昇温する。水供給分岐路32は、熱交換部24を経由してさらに、第3実施例の水素製造充填装置10Bにおける温水供給チューブ88と同様の形態を有する温水供給チューブ88G内に配管している。

【0161】以上のように構成された第8実施例の水素製造充填装置10Gによれば、水素製造充填装置10G

が備える温水供給チューブ88Gを家庭用の給湯装置や浴槽に接続することで、熱交換部24で昇温した温水を、家庭の浴室や洗面所、あるいは台所等で使用する温水として利用することが可能となる。したがって、水素製造充填装置10Gで廃棄されてしまうエネルギー量を抑え、エネルギーの利用効率をさらに向上させることができるという効果を奏する。

【0162】なお、第8実施例の水素製造充填装置10Gは、第1実施例の水素製造充填装置10と同様の構成において、蒸発・加熱器25が備える上記所定の燃焼部から排出される燃焼排ガスを利用しているが、このように燃焼排ガスを利用する構成は、第2ないし第7実施例の水素製造充填装置など、他の構成の水素製造充填装置に適用することとしてもよい。

【0163】また、第8実施例の水素製造充填装置10Gでは、燃焼排ガス路23に排出される燃焼排ガスが有する熱エネルギーを利用して昇温した温水を水素製造充填装置10Gの外部に取り出し、家庭内で使用する温水として利用する構成としたが、燃焼排ガスによって昇温した温水を蒸発・加熱器25に供給し、脱硫ガスと混合して改質反応に供する構成としてもよい。このような構成とすれば、水素製造充填装置10Gで廃棄されてしまうエネルギー量を抑え、蒸発・加熱器25で新たに消費されるエネルギー量を削減して、水素製造充填装置10G内でのエネルギーの利用効率をさらに向上させることができる。

【0164】以上説明した本発明の水素製造充填装置および電気自動車によれば、電気自動車が搭載する燃料電池に供給する燃料ガスとして、純度の高い水素ガスを利用することができるため、燃料電池における電気化学反応を高い効率で行なわせることができる。従って、電気自動車が搭載する燃料電池をより小型化することができるという効果を奏する。また、本発明の電気自動車は、燃料ガスとして純度の高い水素ガスを搭載しており、改質反応等を電気自動車内部で行なわないため、自動車の走行に伴って有害物質を含有する排ガスが排出されてしまうことがない。

【0165】さらに、本発明の水素製造充填装置および電気自動車によれば、天然資源である天然ガスを利用して水素を製造し、この水素を燃料ガスとして、エネルギー効率の非常に高い燃料電池を用いて発電を行ない、電気自動車が要する電力を賄っている。従って、天然資源を用いて所定のエネルギー効率の発電機関によって発電を行ない、このようにして得られた電力の供給を受けて電気自動車を充電する場合と比較すると、資源の有するエネルギーの利用効率において非常に優れているといえることができる。

【0166】上記実施例では、水素製造充填装置は各家庭に設置することとし、電気自動車への水素ガスの供給は電気自動車の使用者が個人的に行なうこととしたが、

本発明の水素製造充填装置を所定の場所に設置した水素補給所に設け、走行中に水素ガス燃料が不足してきた電気自動車に対して水素を供給することとしてもよい。この場合にも、都市ガスを利用して水素の製造を行なうことによって、純度の高い水素ガスの入手を容易にすることができる。

【0167】上記実施例では、改質反応に供する原燃料としてメタンを主成分とする都市ガス（天然ガス）を用いることとしたが、商用ガスとして供給されており容易に利用可能であれば、他の原燃料（例えば、ブタン等）を用いることとしてもよい。このように、配管を設置して供給されている商用ガスを用いることによって原燃料の入手が極めて容易となり、使用者が各家庭で水素製造充填装置を使用することが可能となる。これら他の原燃料を用いる場合には、ガス接続口11は、用いる原燃料ガスの配管に接続可能な形状とし、改質器30が備える触媒としては用いる原燃料ガスの改質反応に適した触媒を用いることとすればよい。もとより、付臭剤を含有しないガスを原燃料として用いる場合には、脱硫器20を設ける必要はない。また、電気化学反応を含む以後の反応を阻害する成分を含有するガスを原燃料とする場合には、この阻害成分を取り除く装置を組み込むことが望ましい。

【0168】以上本発明の実施例について説明したが、本発明はこうした実施例に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々なる状態で実施し得ることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の好適な一実施例である水素製造充填装置10の構成を例示するブロック図である。

【図2】水素製造充填装置10の外観を表わす斜視図である。

【図3】水素製造充填装置10の内部の様子を表わす説明図である。

【図4】水素製造充填装置10から水素の供給を受ける電気自動車90の構成を表わすブロック図である。

【図5】水素純化器40の構成を表わす断面模式図である。

【図6】単セル108の構成を表わす断面模式図である。

【図7】水素製造充填装置10が水素を製造して貯蔵する量を制御する動作を表わすフローチャートである。

【図8】水素製造充填装置10が電気自動車90に供給する水素量を制御する方法を表わすフローチャートである。

【図9】第2実施例の水素製造充填装置10Aの構成を表わすブロック図である。

【図10】第2実施例の電気自動車90Aの構成を表わすブロック図である。

【図11】第3実施例の水素製造充填装置10Bの構成

を表わすブロック図である。

【図12】第3実施例の電気自動車90Bの構成を表わすブロック図である。

【図13】第4実施例の電気自動車90Cの構成を表わすブロック図である。

【図14】第5実施例の水素製造充填装置10Dの構成を表わすブロック図である。

【図15】第5実施例の電気自動車90Dの構成を表わすブロック図である。

【図16】第6実施例の水素製造充填装置10Eの構成を表わすブロック図である。

【図17】第7実施例の水素製造充填装置10Fの構成を表わすブロック図である。

【図18】水素製造充填装置10Fが、製造する水素量および電気自動車90Aに供給する水素量を制御する方法を表わすフローチャートである。

【図19】第8実施例の水素製造充填装置10Gの構成を表わすブロック図である。

【符号の説明】

10～10G…水素製造充填装置

11…ガス接続口

12…都市ガス供給管

13…温水供給路

14…脱硫ガス供給管

15…混合気体供給管

16…都市ガス分岐路

16A…電磁バルブ

17…改質ガス供給管

18…水素供給路

18A…バルブ

19…改質排ガス路

20…脱硫器

21…加圧ガス路

22…水素供給路

22A…バルブ

23…燃焼排ガス路

24…熱交換部

25…蒸発・加熱器

26…水接続口

27…水供給路

27A…バルブ

28…水供給分岐路

28A…バルブ

29, 119…信号線

30…改質器

32…水供給分岐路

40…水素純化器

41…ケース本体

42…水素分離膜

43…外側スペース

44…内側スペース

45a, 45b, 45c…管路

50…コンプレッサ

52…ガス流量センサ

54…加熱部

55…アキュムレータ

55E…水素貯蔵部

56…圧力センサ

57…供給水素量モニタ

58…バルブ

60…制御部

62…CPU

64…ROM

66…RAM

68…入出力ポート

70…コネクタ

72…水流路接続部

73…放熱部

74…温水流路接続部

75…温水流路

76…水素流路接続部

77…冷却水路

78…接続端子

80…本体部

81…持ち手部

82…接続チューブ

84…ガス導入チューブ

86…水導入チューブ

88, 88G…温水供給チューブ

90, 90A, 90B…電気自動車

92, 92D…燃料タンク

93…燃料供給路

93A…バルブ

94…燃料排出路

95…加熱装置

96…熱交換部

97…水素残量モニタ

97D…圧力センサ

98…放熱部

99…ポンプ

100…燃料電池

101…電解質膜

102…アノード

103…カソード

104, 105…セパレータ

104P…燃料ガス流路

105P…酸化ガス流路

106, 107…集電板

108…単セル

50 109…熱交換部

45

46

- 110…コネクタ受け部
- 112…水流路接続部
- 113…温水流路
- 114…温水流路接続部
- 115…冷却水路
- 116…水流路接続部
- 117…水素ガス導入路
- 118…接続端子
- 120…制御部
- 122…CPU
- 124…ROM

* 126…RAM

128…入出力ポート

130…コンプレッサ

132…酸化ガス供給路

134…酸化ガス排出路

136…加湿器

138…ポンプ

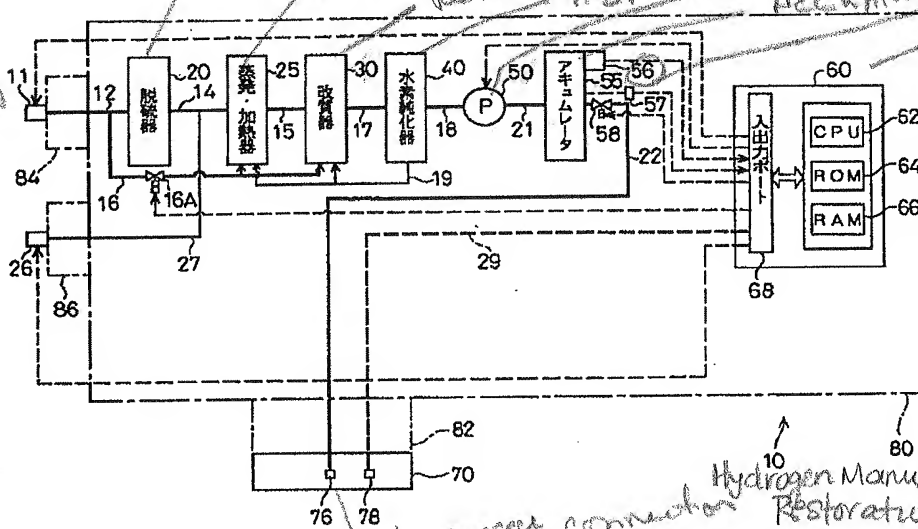
140…モータ

142…制御装置

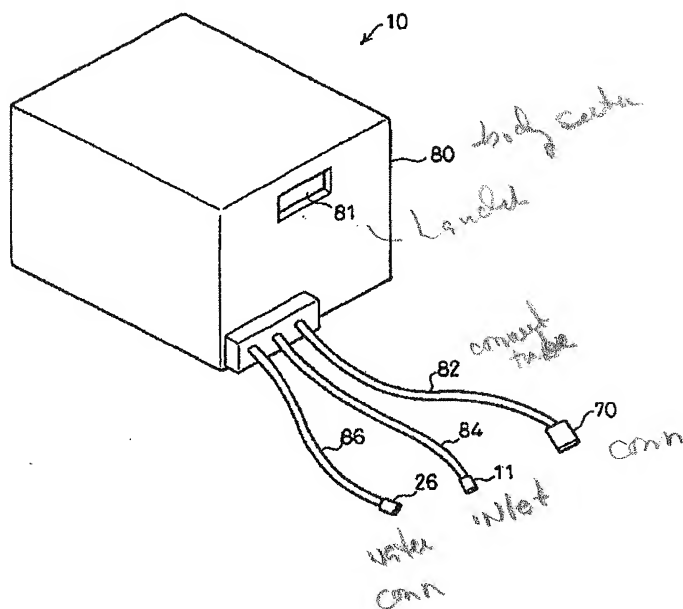
10 142a…アクセルペダル

* 142b…アクセルペダルポジションセンサ

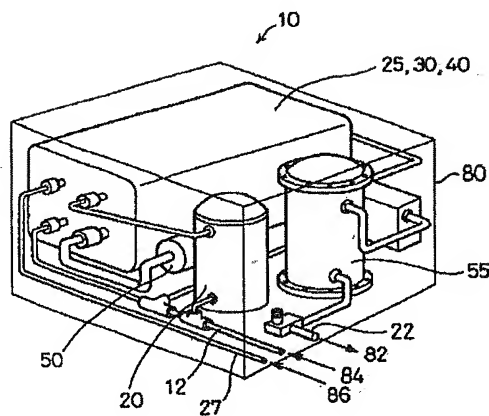
【図1】



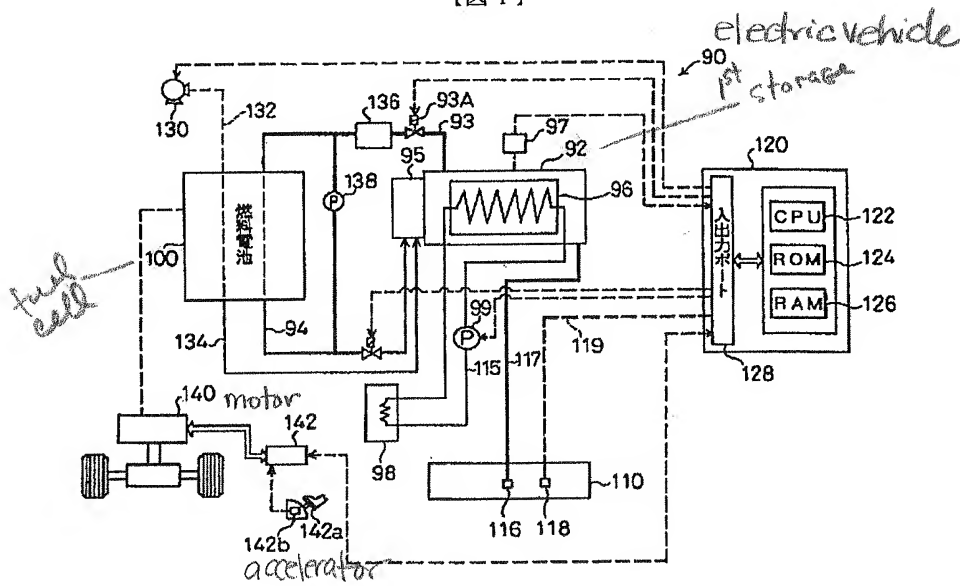
【図2】



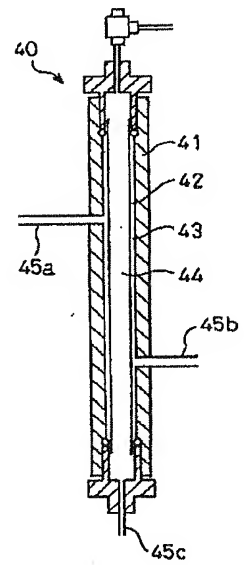
【図3】



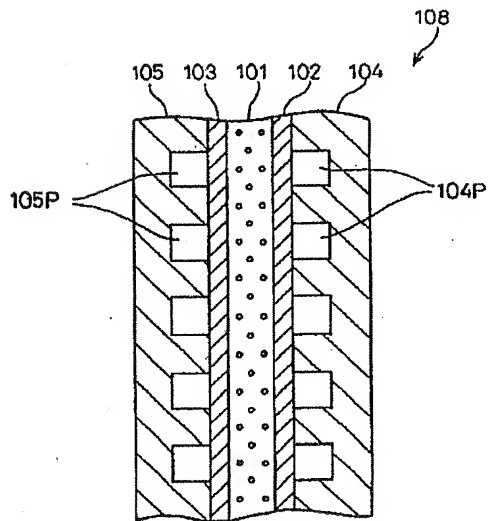
【図4】



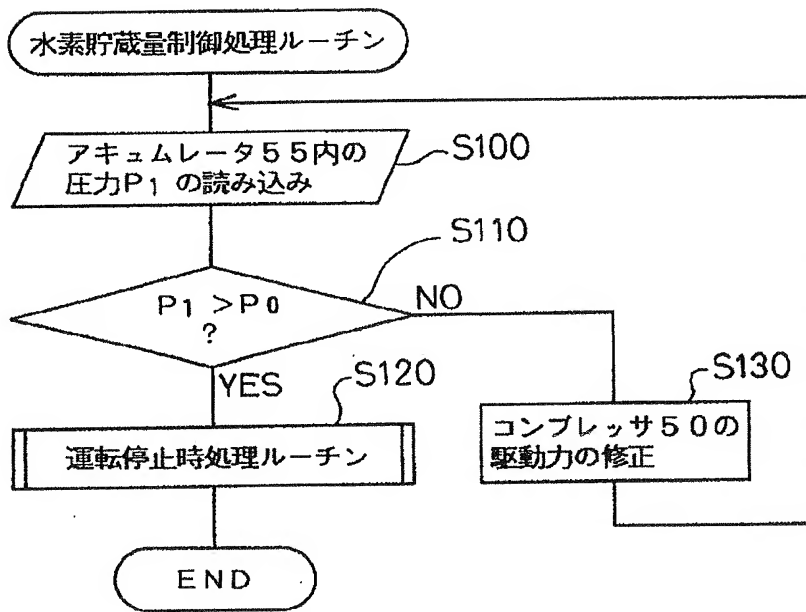
【図5】



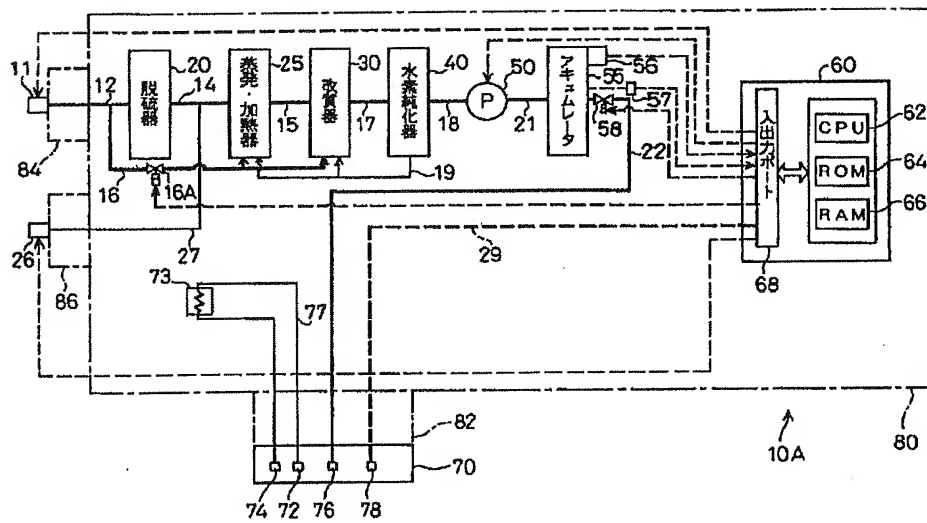
【図6】



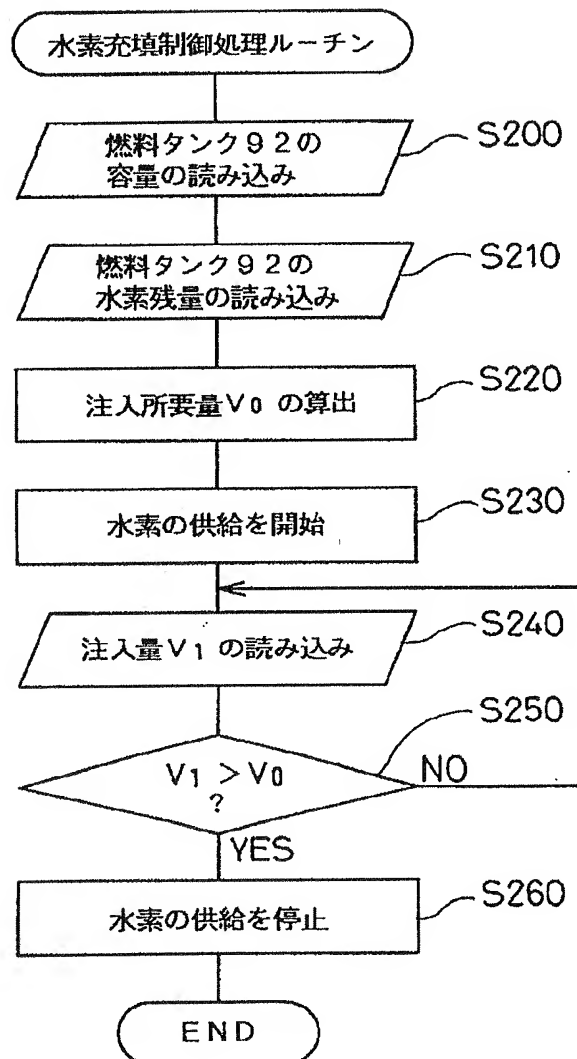
【図7】



【図9】

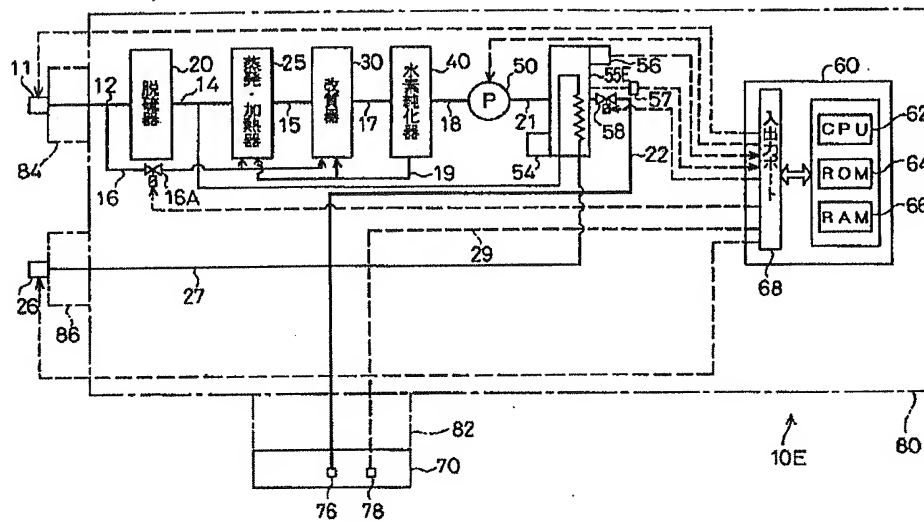


【図8】

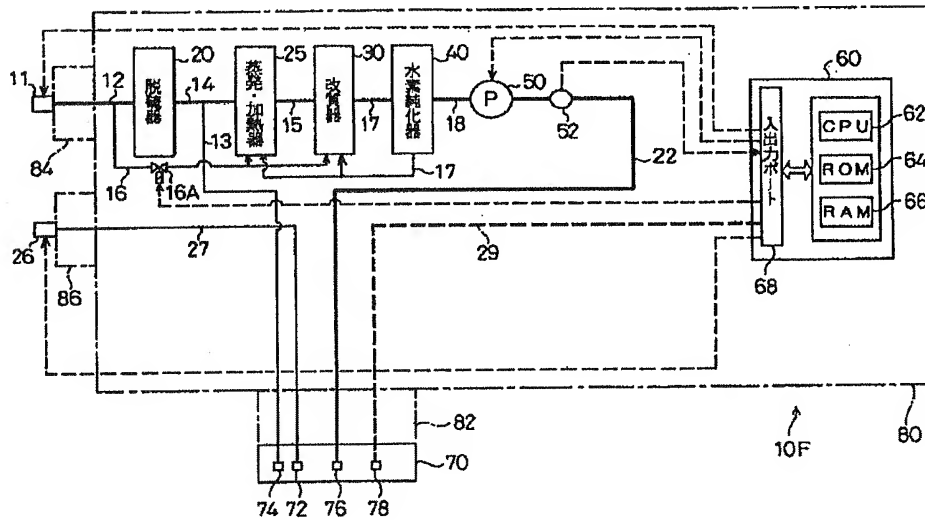


[illegible]

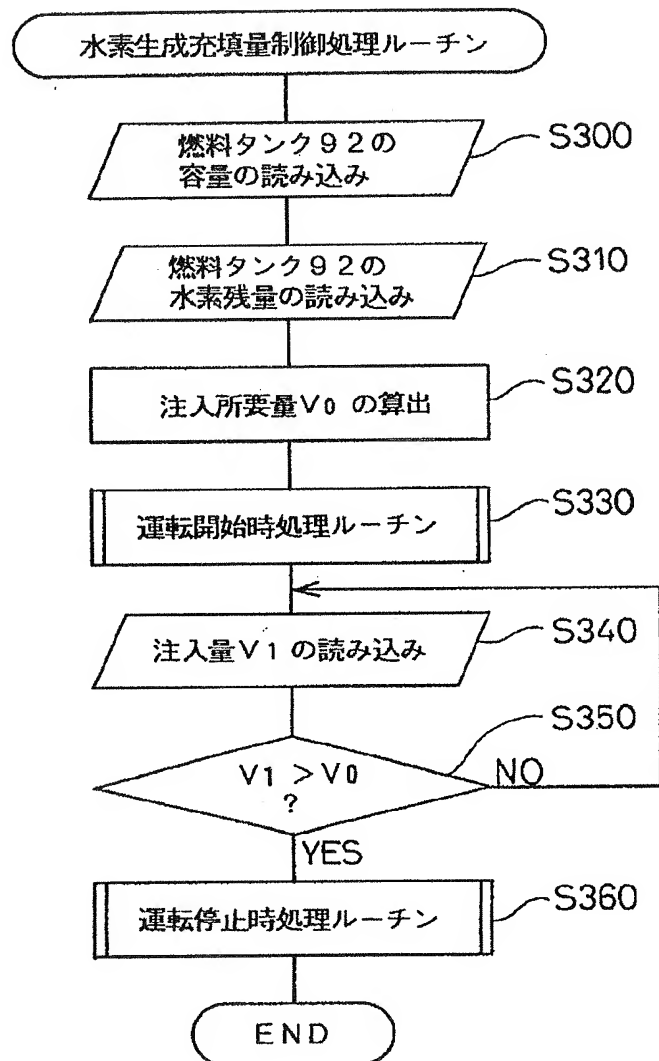
【図16】



【図17】



【図18】



(51)Int.Cl.⁶
H O I M 8/04

F I
H O I M 8/04

N